REVISTA DE ENTOMOLOGIA
DIRETOR: THOMAZ BORGMEIER, O. F. M.
Convento S. Antonio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brasil
Suplemento n.º I

AS HORTAS DE FUNGO DE ALGUMAS FORMIGAS SUL-AMERICANAS

por

ALFRED MÖLLER

— Tradução autorizada —

Por

A. P. Viégas
Chefe da Seção de Botânica do Instituto Agronômico de Campinas

e

E. M. Zink
Bibliotecário - tradutor do Instituto Agronômico de Campinas

Com 7 estampas e 4 figuras no texto

1941
Rio de Janeiro, Brasil

SUPLEMENTOS

DA

REVISTA DE ENTOMOLOGIA

Diretor: Thomaz Borgmeier, O. F. M.

Convento S. Antônio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brasil

A Série de "Suplementos" da "Revista de Entomologia" destina-se à publicação de trabalhos maiores (monografias, etc.) relativas à entomofauna do Brasil, os quais tenham interesse geral ou que por qualquer motivo não possam ser publicados nas páginas da Revista. Os "Suplementos" aparecem sem data fixa. Cada numero forma um fascículo independente, podendo ser adquirido separadamente. O preço varía segundo o número de páginas.

Os originais destinados à publicação nos "Suplementos" devem ser escritos a machina e entrelinhados com espaço duplo. As ilustrações ficam sujeitas ao critério do editor.

Todos os pedidos devem ser dirigidos a: Frei Thomaz Borgmeier, O. F. M., Convento de S. Antônio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brasil.

REVISTA DE ENTOMOLOGIA

DIRETOR: THOMAZ BORGMEIER, O. F. M.

Convento S. Antonio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brasil

Suplemento n.º 1

AS HORTAS DE FUNGO DE ALGUMAS FORMIGAS SUL-AMERICANAS

por

ALFRED MÖLLER

— Tradução autorizada —

Por

A. P. Viégas e E. M. Zink

Chefe da Seção de Botânica do Instituto Agronômico de Campinas

Bibliotecário - tradutor do Instituto Agronômico de Campinas

Com 7 estampas e 4 figuras no texto

1941

Rio de Janeiro, Brasil

Prefácio do editor

O Dr. A. P. Viégas teve a gentileza de me confiar a publicação de sua bela tradução da célebre obra de Möller, aparecida em 1893 sob o título: «Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen.» Trata-se de uma obra clássica, que sempre será a base das investigações relativas aos fungos cultivados pela sauva e outras formigas cortadeiras.

A pedido do Dr. Viégas, fiz uma revisão da nomenclatura das formigas mencionadas por Möller no seu trabalho. Convém notar que Möller confiára a determinação das suas formigas ao Prof. Forel, o célebre mirmecólogo suisso que descreveu grande número das espécies da nossa fauna. Infelizmente, naquele tempo a sistemática do grupo dos Attini não estava ainda muito adeantada, de maneira que não é de admirar que Forel se tenha enganado na classificação de algumas espécies. Em 1893, no seu trabalho «Notes sur les Attini» (Ann. Soc. Ent. Belg. vol. 37, p. 586), Forel mesmo confessa: «Je regrette d'être obligé de changer un certain nombre de dénominations que j'ai fournies moi-même à M. le Dr. Möller par son travail.»

Sem entrar em detalhes taxonômicos, dou aqui uma lista dos nomes corretos das espécies estudadas por Möller, com a respetiva sinonímia. Na presente edição, os nomes errados foram substituidos pelos nomes cientificamente exatos.

1) *Acromyrmex disciger* Mayr, 1887. — Espécie descrita originalmente como *Atta discigera* (Verh. zool. bot. Ges. Wien, vol. 37, p. 551). Localidade do tipo: S. Catharina. Citada na obra de Möller sob o nome de *Atta (Acromyrmex) discigera*. *Acromyrmex* foi elevado à categória genérica por Emery (1913, Ann. Soc. Ent. Belg. vol. 57, p. 251). O gênero *Atta* abrange as diversas espécies de sauvas, nenhuma das quais ocorre em Blumenau, onde Möller fez os seus estudos. O gênero *Acromyrmex,* que compreende as pequenas formigas cortadeiras (nome vulgar «quemquem», «mineira», etc.), foi revisto por Santschi (1925, Rev. Suisse Zool., vol. 31, pp. 355-398).

2) *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893. — Citada na obra de Möller sob o nome de *Atta (Acromyrmex) coronata* Fabr. Em 1893, Forel a descreveu sob o nome de *Atta (Acromyrmex) subterranea* n. sp., baseando-se no material colecionado por Möller em Blumenau.

3) *Acromyrmex subterraneus* v. *brunneus* Forel, 1911. — Espécie citada por Möller sob o nome de *Atta (Acromyrmex) hystrix* Latr. Em 1893, Forel (loc. cit. p. 590) se refere a esta espécie sob o nome de *Atta octospinosa* Reich. Hoje sabemos que tanto *hystrix* como *octospinosus* são espécies bem diferentes, que só ocorrem no extremo norte do Brasil e paizes limítrofes. Devido à descrição minuciosa que Forel (1893, p. 590) dá da sua pretensa *Atta (Acromyrmex) octospinosa,* não tenho dúvida que a forma mencionada por Möller é identica à var. *brunneus* descrita por Forel em 1911 (Deut. Ent. Zeitschr. p. 291) sobre exemplares provenientes de Blumenau. Esta formiga foi citada por Emery (1905, Mem. Acc. Sc. Bologna, 6, II, p. 109) sob o nome de *Atta (Acromyrmex) nigra* Smith. Tambem Forel diz (1911, p. 291) que a confundira antigamente com *nigra.* E' curioso que, segundo as observações de Möller, a biologia desta variedade seja tão diferente dos habitos da forma tipica. No entanto, convem notar que tambem Eidmann observou ninhos superficiais numa outra variedade de *subterraneus: eidmanni* Sant. (vide Rev. de Ent., vol. 8, 1938, p. 291).

4) *Acromyrmex coronatus* subsp. *mölleri* Forel, 1893. — Designada por Möller como *Atta* IV, e descrita por Forel em 1893 (Ann. Soc. Ent. Belg. vol. 37, p. 596) sob o nome de *Atta (Acromyrmex) mölleri* n. sp. Segundo Santschi (1925, p. 363) trata-se de uma subespécie de *coronatus* Fabr. Localidade do tipo: Blumenau.

5) *Apterostigma wasmanni* Forel, 1892. — A descrição original se encontra em Mitt. Schweiz. Ent. Ges., vol. 8, 1892, p. 15, sep. Localidade do tipo: Blumenau (Hetschko e Möller leg.).

6) *Apterostigma mölleri* Forel, 1892. — Descrição original: Ibid. p. 18, sep. Localidade do tipo: Blumenau; Möller leg.

7) *Apterostigma pilosum* Mayr, 1865 (Novara Reise). A classificação de Forel deve ser considerada como certa.

8) *Apterostigma mayri* var. *discrepans* Forel, 1912. — Espécie citada por Möller como *Apterostigma* IV. Descrição

original: Ann. Soc. Ent. Belg. vol. 56, 1912, p. 190. Localidade do tipo: Blumenau; Möller leg.

9) *Cyphomyrmex auritus* Mayr, 1887. — Descrita em: Verh. zool. bot. Ges. Wien, vol. 37, p. 559. Localidade do tipo: Sta. Catarina. Uma espécie muito carateristica pelos processos auriculares nos cornos ocipitais.

10) *Cyphomyrmex strigatus* Mayr, 1887. — Ibid. p. 558. Localidade do tipo: Sta. Catarina. E' possivel que sob este nome citado por Möller se escondam duas espécies diferentes, pois em 1893 (loc. cit. p. 605) Forel descreveu uma espécie visinha de *strigatus: olitor* n. sp., sobre material colecionado por Möller em Blumenau.

Faço votos que a presente reedição do notavel trabalho de Möller chame a atenção dos estudiosos da nossa terra para o problema fascinante do fungo cultivado pela sauva, sem dúvida a maior praga agrícola do nosso continente.

Rio de Janeiro, Março de 1941

Frei Thomaz Borgmeier, O. F. M.

Prefácio do autor

Foi por insinuação do meu prezado mestre, Snr. Professor Brefeld, que revolví minha planejada viagem à América do Sul, para alí realizar investigações no domínio dos fungos. Seguí seus métodos, em minhas pesquisas aquí relatadas. Empreguei suas soluções nutritivas. Cultivei nelas os fungos das formigas, sôbre os quais fiz detalhadas observações. Durante todo o período de trabalho em Blumenau, o que me valeu foi o auxílio do Professor Brefeld, por seu conselho, sua animação e seu estímulo. E', pois, o meu primeiro dever externar-lhe aquí os meus agradecimentos.

A Academia Real de Ciências de Berlim, à qual pude expôr o plano de viagem, me concedeu, em 1890-91, o auxílio de três mil marcos; no ano seguinte me foi concedido um novo auxílio de dois mil marcos. Assim me foi possível cuidar dos aprestos de minha viagem, do modo como se fazia necessário para conseguir o fim almejado, assim como, antes de tudo, providenciar sala para trabalho em Blumenau, por-

quanto as investigações sôbre a história do desenvolvimento dos fungos não apresentariam outras dificuldades além das que aprendí quando trabalhava com o Prof. Brefeld no Laboratório de Münster. Junto à parte material existia o auxílio moral, prestado pela Academia Real, a um principiante, para realizar trabalhos científicos no campo, auxílios êsses de inestimável valor. Não poderia iniciar os capítulos dêste trabalho, sem primeiro prestar, à Academia Real, os meus respeitosos agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado em Blumenau, sob as vistas do Dr. Fritz Müller, meu prezado tio. Com a mesma complacência, boa vontade e erudição de sempre, com que atendeu a todos, em trabalhos científicos, êle me atendeu, durante dois anos. O naturalista, que se recorda do dia em que pela primeira vez entrou numa floresta tropical, lembra-se como se sentiu emagado pela exuberância de formas, como eu me sentí, e êsse só pode avaliar o que é ter ao lado um guia como o Dr. Fritz Müller. Só êsse pode avaliar a minha dívida de gratidão para com êle.

Ao Snr. Prof. Schimper, que tão bondosamente colocou o meu primeiro trabalho no rol de «Botanische Mittheilungen aus den Tropen», finalmente, os meus agradecimentos.

A outros que me auxiliaram, estão consignados meus agradecimentos em diferentes páginas dêsses capítulos.

Blumenau, Setembro de 1892.

Indice

tis
As
sã
Su
zo
m
T
po
as
fu
pr
de
en
na
sir
fê

as
tal
an
no
for
em
do

Sei
fur
de
me
sub

Introdução

"I believe that they are, in reality, mushroom growers and eaters."

Th. Belt: The naturalist in Nicaragua, p. 79.

As palavras de Thomas Belt, que se lêem no frontispício, é que deram o primeiro impulso ao presente trabalho. As formigas cortadeiras de fôlhas, ou formigas carregadeiras, são conhecidas de todos aquêles que viajam pela América do Sul. E já Bates, em seu livro «The naturalist on the Amazons», 1863, formulou esta pergunta: para que levam as formigas aos seus ninhos tão grande quantidade de fôlhas? Thomas Belt respondeu a isto com uma suposição que, por tão singular, chegou a despertar dúvidas. Supôs êle que as formigas empregavam as fôlhas como adubos para um fungo de que se alimentavam. No entanto, não apresentou provas. Tal afirmação, por partir de quem partiu, fêz-se digna de nota. Pois, Thomas Belt, com uma base tão sólida em seus conhecimentos de ciências naturais, com tanta e tão natural agudeza de vista, não afirmaria uma coisa assim tão singular, se não estivesse certo, pelas muitas observações que fêz, de que isso fôsse a verdade.

A pergunta de Bates: «Que fariam as formigas com as fôlhas?», certamente não me teria levado a pesquisas detalhadas, porquanto tinha vindo a Blumenau afim de fazer, antes de tudo, observações micológicas. Thomas Belt, no entanto, deu à pergunta um sabor micológico; e as próprias formigas, cujas fileiras, transportando cargas, eu encontrava em cada excursão que fazia, me excitaram a tentar a solução do problema.

Haveria mesmo fungo em cada ninho de carregadeira? Seria o mesmo fungo em todos os ninhos? Que espécie de fungo seria? Que aconteceria às fôlhas depois que se perdiam de vista, sob os ninhos? Não seria possível que formigas submetidas a prisão, esclarecessem a respeito dos seus segredos subterrâneos? Nunca teriam elas, realmente, comido fôlhas,

e poder-se-ia provar que comessem fungos? Foram essas e outras perguntas semelhantes que me ocuparam inicialmente e cuja resposta, a seguir, aquí julgo deixar, com clareza.

À medida que se faziam e se avolumavam as observações pelas diferentes estações do ano, crescia o prazer pelo trabalho e pequenos sucessos me animavam. Surgiam sempre novos problemas e novas espectativas. Fiquei conhecendo as diversas espécies de formigas carregadeiras que ocorrem aquí, observando e comparando umas às outras. Encontrei, além disso, outras pertencentes a outros gêneros que, como às formigas carregadeiras, se apresentaram criadoras e comedoras de fungos, se bem que não cortassem fôlhas, nem carregassem suas cargas em longas colunas. E como cultivassem seus fungos em outros meios de cultura, diferentes dos usados pelas carregadeiras, êsses fungos eram de outra espécie também.

Veio-me, então, o inestimável auxílio do Snr. Prof. Dr. Forel, de Burghölzli, perto de Zürich, a quem pedí me fizesse a classificação das formigas, pois, disso eu não tinha prática alguma. O Snr. Prof. Forel respondeu com a máxima boa vontade a tôdas as minhas perguntas; determinou as formigas que lhe enviei, pondo-me à disposição os seus inúmeros tratados sôbre as formigas em questão. Deu-me numerosas idéias e ensinamentos. Esforcei-me por aproveitá-los em defesa da causa e êste me pareceu o meio mais acertado de tentar pagar tamanha dívida de gratidão ao seu apôio amável e desinteressado.

Os fungos das formigas demonstraram ser passíveis de cultura artificial, segundo os métodos do Prof. Brefeld; e através dos ensaios feitos durante dois anos, nesse sentido, cheguei a resultados micológicos que nem de leve havia esperado ao iniciar os meus trabalhos. Tendo sido enviado para fazer pesquisas micológicas, dediquei boa parte de meu tempo à biologia das formigas; o que me justifica é que com o auxílio delas me foi possível descobrir importantes fatos micológicos, que, de outra maneira, nunca poderiam ter sido descobertos.

Capitulo I

As culturas de fungo das formigas carregadeiras (Gênero Acromyrmex Mayr)

1. As espécies das formigas observadas e suas atividades fora dos ninhos

As observações sôbre formigas cortadeiras de fôlhas, registadas por Thomas Belt em seu livro «The Naturalist in Nicaragua», Londres, 1874, foram feitas em formigas não idênticas às carregadeiras («Schleppameisen» ou «Schlepper») que ocorrem em Blumenau, e que são espécies conhecidas de todos os sitiantes. Essas observações, contudo, valem em suas linhas gerais para estas espécies. Terei que mostrar como todos os dados fornecidos, com os cuidados e as necessárias reservas, por aquêle grande observador, com exceção talvez de poucos, demonstraram ser exatos. Visto a plasticidade da descrição de Belt ser geralmente reconhecida, peço permissão para apresentar aos leitores a tradução de trecho de seu livro como sendo a base para as minhas observações. Thomas Belt escreve à página 71:

«Quasi todos os viajantes descreveram as devastações causadas pelas saúvas na América tropical. Grande número delas, em picadas bem escavadas através das matas, devastam contínua e persistentemente as plantas — principalmente as das variedades introduzidas — que deixam completamente despidas de fôlhas, pois, além da nervura média e de alguns pedaços de fôlhas estraçalhadas, não poupam nada. Muitas plantações novas de laranja, manga e limão foram destruídas pelas mesmas. Sempre quando indagava, em Nicarágua, a razão por que neste ou naquele local não se cultivavam árvores frutíferas, obtinha a resposta: não vale a pena plantar, as formigas comem tudo. O primeiro contacto do estranho com as saúvas é quando as encontra, em grandes quantidades, na beira do mato, nas suas picadas. Uma divisão transporta pedacinhos de fôlhas do tamanho de uma moeda de 6 pence, segurando-os alto, entre as mandíbulas; outra divisão vai em direção oposta, sem cargas, mas pronta para recebê-las. Acompanhando-se esta segunda divisão, chegar-se-á às árvores jovens

ou arbustos aos quais as formigas sobem. Cada qual se coloca no bordo de uma fôlha, começando a fazer nela um corte circular com as suas mandíbulas dispostas em forma de tesoura, girando ao redor das patas traseiras, que servem de centro. Quando o pedaço já estiver quasi cortado, a formiga ainda pousa sôbre o mesmo, dando a impressão de que vai cair junto com êle; mas quando êste se solta completamente, vê-se que a formiga está presa à fôlha por uma pata. Rápidamente a formiga se ergue. Ajeita a carga na direção desejada e se põe ao caminho da volta. Continuando-se a acompanhá-la, vê-se que ela se junta a um grande número de outras e, sem demora, se acha ao longo da picada lisa, em forma de bica. No curso dos trilhos juntam-se outros, laterais, cada qual repleto de formigas diligentes. A rua principal alcança muitas vêzes de 7 a 8 polegadas de largura, apresentando um movimento mais denso do que o das ruas da City de Londres.

Depois que a formiga percorreu algumas centenas de braças, às vêzes mais do que meia légua, alcança o formigueiro. Consiste êste em montes baixos, largos, de terra de aspecto barrento, sôbre os quais a vegetação está morta. Assim tambem as plantas vizinhas estão mortas, pois, seus brotos e fôlhas foram cortados constantemente, logo que cresciam após sua primeira destruição. Debaixo de árvores altas, no mato cerrado, as formigas não constroem ninhos, pois, conforme acredito, a ventilação de seus canais subterrâneos, aos quais dispensam muito cuidado, seria obstada. Talvez com o fim de evitar as «goteiras» das árvores, os ninhos se encontram nos bordos das florestas, ou na periferia de claros ou rente a caminhos largos que permitem entrada aos raios solares. Inúmeros corredores, em forma de tubos, cujos diâmetros oscilam entre 1/2 a 8 polegadas, são dirigidos, através dos montes de terra, para dentro do solo. Além disso, diversos outros canais, que se encontram ao redor, a certa distância, conduzem também para baixo da terra. Em algumas aberturas de saída daqueles montes sempre se observam formigas, em viva atividade, carregando pelotinhos de terra da profundidade, atirando-os sôbre os montes que vão crescendo constantemente e se mostram sempre frescos e novos.

Quando se chega à proximidade dos montes, vê-se que, de tôdas as direções, os carreiros a êles se dirigem, todos repletos de diligentes operárias baldeando fôlhas. Tão longe quanto os nossos olhos podem distinguir, seus pequeninos corpos, com os pedaços de fôlhas, movem-se para o centro, desaparecendo nas numerosas galerias. A multidão de formigas que vem saindo, sem carga, está, em parte, entre os grandes fardos daquelas que se aproximam. Apenas bem de perto é que podem ser vistas. A mole incansável nos causa tremenda impressão pela sua força. Sobrevêm-nos, irresistíveis, as perguntas: Que matas podem opor-se a tais intrusas? Como será possível que a vegetação não seja devastada da face da terra? Certamente apenas os trópicos, com sua imensa e ininterrupta capacidade reconstrutora, podem resistir a tal destruição.»

Entre as formigas carregadeiras observadas nas vizinhanças de Blumenau não há as largas avenidas mencionadas por

Thomas Belt. No mais das vêzes as carregadeiras caminham em «passo de ganso». Com isso, os estragos produzidos, se bem que se tornem bastante sérios à horticultura e agricultura, não são tão volumosos como lá em Nicarágua. Além disso, os ninhos das formigas locais se encontram tanto na mata densa como em lugares descobertos, e, quanto à instalação deles, a descrição de Belt apenas vale para uma das espécies a ser estudada.

A formiga carregadeira mais frequente em Blumenau é *Acromyrmex disciger* Mayr, cuja descrição se encontra em Mayr: «Südamerikanische Formiciden»; Verhandl. der K. K. Zool. bot. Ges. Wien, 1887. Para encontrá-la, basta ir a passeio, durante 10 minutos, em dia de sol, perto de Blumenau. O leigo reconhece a formiga pela sua côr pardo-amarelada. Distingue-se fácilmente de *Acromyrmex subterraneus* v. *brunneus* pelo fato de nunca aparecerem operárias maiores de 6,5 mms. Operárias maiores, até 9 mms., vêem-se em *Acromyrmex subterraneus* v. *brunneus* sempre ao primeiro exame.

Acromyrmex subterraneus v. *brunneus* foi descrita por Forel (1911). Não é menos frequente do que *disciger*. E' raramente encontrada em jardins. Acha-se, com mais frequência, na floresta e em plantações vizinhas destas. A sua côr, quando se observam as formigas em um ninho perturbado, é quasi negra. Suas operárias diferenciam-se das da espécie anterior pelo tamanho, isto é, as maiores atingem 9 mms.

Nas proximidades de Blumenau, *Acromyrmex subterraneus* For. s. str. ocorre mais raramente que as duas acima citadas. E' de côr amarelo-pardo clara. E' tão semelhante à precedente, que Forel e Mayr a consideram apenas como uma variedade. Os ninhos de ambas exibem, conforme descreverei, diferenças pronunciadas.

As três formas mencionadas são as únicas que acarretam danos consideráveis às plantações perto de Blumenau.

Uma quarta espécie, que devo distinguir, *Acromyrmex coronatus* subsp. *mölleri* For., foi encontrada apenas raras vêzes, e isto só na mata, em colónias relativamente pequenas. O Prof. Forel a classificou primeiramente como raça de *A. subterraneus,* chamando ao mesmo tempo a minha atenção para a extraordinária variabilidade das formas de *Acromyrmex,* variabilidade essa causadora de grandes dificuldades na limitação das espécies. Naturalmente não tenho a intenção de fazer afirmações divergentes das do mirmecólogo experimentado, a quem, aliás, agradeço os meus limitados conhecimentos

das formas. Apenas quero afirmar que, na circunvizinhança de Blumenau, esta forma denominada *mölleri* é típica, podendo ser fácilmente diferenciada também pelo leigo. As suas operárias nunca são maiores que 8 mms. Em *A. subterraneus* encontram-se sempre operárias de 9 mms. de comprimento. Na maioria dos indivíduos sempre se observa uma faixa amarelo-clara, nítida, que se estende de um ôlho a outro, atrás das antenas; uma mancha, em forma de sela, amarelo-clara, no corpo médio e uma faixa longitudinal na linha mediana do abdomen completam seus caracteres mais frisantes. *A. subterraneus,* de Blumenau, nunca apresenta isso. Os ninhos de *Acromyrmex coronatus mölleri* For. são iguais aos de *A. disciger,* mas, completamente diferentes dos de *A. subterraneus.*

Em 1 de fevereiro de 1892, observei, juntamente com o Snr. Erich Gärtner, de Blumenau, um carreiro de formigas carregadeiras em um pasto na proximidade da Praça Municipal. O capim estava cortado bem rente, cobrindo quasi completamente o solo com suas fôlhas largas. Viam-se apenas, de vez em quando, em lugares menos densos, algumas formigas com as cargas de fôlhas. Quando recurvámos cuidadosamente o capim, observámos debaixo dele uma rua lisa, bem trabalhada, um tanto cavada no solo. A rua, variando pouco, media 1,5 cms. de largura e outro tanto de altura. Procurámos observar o curso da rua sem perturbar as formigas carregadeiras e pudemos, finalmente, acompanhá-lo numa extensão de 26 metros. Algumas formigas, entre a maioria daquelas carregadas com fôlhas, baldeavam pedacinhos da polpa avermelhada de goiaba *(Psidium guava);* sob a goiabeira da qual êsses frutos haviam caído encontrámos o ponto de partida do carreiro que, com exceção de pequenas curvas, se dirigia à direita e à esquerda, quasi que em linha reta para o ninho. Se bem que houvesse numerosas goiabas pelo chão, na maioria rachadas, de maneira que as formigas tivessem a polpa à sua disposição sem que fôsse necessário o mínimo esfôrço, poucas operárias se ocupavam com elas. A maioria cortava folhinhas de uma pequena *Cuphea* crescendo aqui e acolá no pasto, e procurava alcançar, com sua carga, a rua principal pelas vias mais próximas. Quando se leva em conta o esfôrço dispendido, pelas formigas carregadas, em vencer os caminhos que as levam até à rua principal, entre capins e fôlhas sêcas, torna-se evidente como seria difícil alcançar o ninho, e quanto tempo gastariam para isso,

sem aquêle carreiro liso. E, na realidade, as carregadeiras andam quasi sem exceção em carreiros mais ou menos aplainados; apenas no local da colheita, ou na sua proximidade, as formigas se espalham, cada qual procurando sua fôlha, cortando-a, carregando-a da maneira mais fácil para o carreiro, onde se junta ao cortejo das companheiras.

A rua, de acôrdo com o caráter do terreno, pode variar extraordináriamente. No caso presente era uma espécie de estrada, coberta, na maior parte do seu curso, por fôlhas de capim, ficando completamente invisível. Tôdas as espécies de *Acromymex* observadas são esplêndidas trabalhadoras em atêrro. Com as mandíbulas arrancam, no trajeto da rua a ser construída, uma pelota de terra após outra, amontoando-as à direita e à esquerda, formando um dique. Nos lugares onde a rua passa livre, e em que o solo o permite, é coberta por uma abóboda. Assim era uma parte da rua observada em nosso caso. Quando os diques alcançam a altura necessária, as formigas (começando pela parte interna) colam pelotas de terra no bordo superior, fazendo com que as paredes fiquem inclinadas para o lado de dentro. Na maioria dos casos, pedaços de colmo de capim e madeira sêca são deitados por cima. Neste lugar a abóboda é fechada. Em direção da abóboda, já fechada, as formigas fazem com que as paredes laterais pendentes para o lado interno se unam em forma de ponta, de maneira tal que as peças finais da abóboda sejam introduzidas em relação imediata à esta já pronta. Êste trabalho é feito com o máximo cuidado, e pude observar como a pelota de terra a ser introduzida era virada, consoante sua forma, de um lado a outro, para ser finalmente colocada no lugar em que melhor se ajustasse às peças já introduzidas. Uma rua pronta, coberta, torna-se completamente invisível. Devers-e-ia supor que esta abóboda servisse de proteção às carregadoras que caminham por baixo. Como é sabido, porém, que estas formigas têm muito poucos inimigos no reino animal, e caminham com o mesmo afinco em ruas completamente expostas, e como há, na mesma rua, sem que exista razão visível para isso, trechos cobertos e outros não cobertos, não nos é permitido supor que esta cobertura artificial lhes sirva de proteção.

A rua observada estava sendo intensamente utilizada. Em uma direção corriam as trabalhadoras carregadas. Ao seu encontro vinham as sem carga. Não obstante, viam-se, também em direção para o ninho, trabalhadoras sem carga. Acom-

panhando-as, podia observar-se que algumas delas corriam, na rua, em todos os sentidos, aparentemente sem finalidade determinada. No entanto, é fácil descobrir qual a tarefa destas formigas. A rua, que se estende rente abaixo da superfície da terra, está sujeita a perturbações múltiplas. Qualquer chuva ocasiona-lhe estragos. Animais e homens que a cruzam, obstruem trechos dela. Perturbamô-las diversas vêzes, colocando um dique de terra em direção oblíqua às ruas. As carregadoras chegavam; ficavam atrapalhadas. Corriam para a direita e para a esquerda e, finalmente, davam de novo com o carreiro, quando os obstáculos artificiais não fôssem demasiadamente grandes. Da mesma forma comportavam-se muitas das operárias que vinham sem carga para fora do ninho. Outras, porém, imediatamente após um exame da situação, começavam a desimpedir a rua, da maneira habitual. O número das reparadoras de estrada aumentava em pouco tempo, e logo o obstáculo era afastado. Repetí tais experiências por várias vêzes e sempre obtive a impressão de que, tanto as operárias que haviam saído para transportar cargas como as que voltavam corregadas, se esforçavam por transpor o obstáculo, sem pensar removê-lo. Enquanto estas assim procediam, o impecilho era atacado imediatamente por formigas destinadas a guardar o caminho. Fechando-se a rua com pedacinhos de fôlha ou madeira que não possam ser transportados por uma única formiga, diversas se encarregam dêste trabalho. Nunca pude, no entanto, observar o emprêgo da fôrça de maneira adequada para alcançar o alvo desejado. A peça a ser removida é puxada, em geral, por diversas formigas, que, no mais das vêzes, agem em direções opostas, de modo tal que uma atrapalha a outra. Quando duas ou três removem o obstáculo, trabalhando em uma só direção, isto parece mais obra do acaso do que do raciocínio, ainda mais porque arrastam frequentemente uma ou outra colega que faz fôrça em sentido oposto. Da mesma forma, nunca pude observar que as formigas desviassem umas das outras, de maneira conveniente, na rua, de tal modo que, em lugares difícilmente transitáveis, as não carregadas não se chocassem às transportadoras de cargas pesadas. Ao contrário, correm umas contra as outras, e, às vêzes, uma carregadora comprime a outra, passando por cima dela ou sobre sua carga, não se incomodando que carga e carregadora sejam desviadas ou atiradas ao solo. A impressão é de que cada

qual avança em direção à meta, não se preocupando com as companheiras.

Muitas vêzes pude confirmar a observação de Belt de que as pequenas operárias, sem carga, se fazem transportar, a passeio, em cima das cargas levadas pelas maiores. Eu ví até 4 de tais preguiçosas agarradas a um pedacinho de fôlha que era transportado por uma formiga maior.

Visto como cada pedacinho de fôlha transportado pelas formigas tinha forma especial, e como pedaços de pecíolos de fôlhas, polpa e sementes de goiaba eram transportados por diferentes operárias, foi possível observar e fixar uma dentre elas e acompanhá-la durante todo o seu caminho. Nós dois, observadores, sentávamo-nos alternadamente a alguns passos um do outro, na rua encontrada, e observávamos a passagem da mesma formiga, identificável porque carregava um pedaço de fôlha de forma especial, como, por exemplo, com pedaço de pecíolo ainda preso. Esta transpunha o caminho de 26 metros em 1 hora e 10 minutos. A carga transportada em tão longo trajeto importa, conforme deduzimos de ensaios de pesagem que serão mais tarde mencionados, talvez no dôbro do pêso da formiga. Repetindo tais observações por diversas vêzes, observámos que apenas poucas operárias percorriam o caminho todo conservando mais ou menos a mesma velocidade. Esta observação foi confirmada em diversos outros casos. Muitas vêzes uma formiga pára repentinamente. Desvia do caminho e corre em direção oposta no carreiro. Parece ser de novo orientada por outras formigas que vêm ao seu encontro, pois, sempre volta seguindo a direção certa. Às vêzes acontece que algumas deixam cair a carga. Esta, atirada ao solo, é logo retomada por outra operária e carregada para o lugar do destino.

Nas proximidades do ninho, beira de moita debaixo de um tronco apodrecido, tinhamos fechado a passagem tão bem que as formigas não podiam transpor o obstáculo. Tôdas as cargas foram atiradas a um monte e as carregadoras fugiram, ao que me pareceu. As reparadoras se puseram imediatamente em atividade. Não pudemos, no entanto, verificar se as formigas que anteriormente haviam transportado cargas também trabalhavam no reparo do caminho. Depois de meia hora o carreiro estava mais ou menos restabelecido. Enquanto ainda trabalhavam diligentemente no reparo, vimos que as cargas eram levantadas e, uma após outra, transportadas para o ninho.

Muito mais complicada do que no solo liso do campo se torna tal rua no meio da floresta. Em 21 de abril de 1892 observei novamente com o Snr. Gärtner um carreiro transpondo obstáculos consideráveis numa distância total de cêrca de 100 metros. Em um cipó (uma *Peireskia)*, que pendia do alto de uma árvore, dirigia-se o cortejo das operárias carregadas em direção quasi oblíqua para o solo. Até mais ou menos à altura de 6 metros podia acompanhar-se o cortejo de fôlhas verdes, a ôlho nú. Visto, porém, não existirem fòlhas até à altura de 20 metros, pudemos concluir que as formigas deviam ter percorrido uma distância de, no mínimo, 20 metros, descendo com sua carga em direção quasi que oblíqua. Mais ou menos à altura de 1 metro acima do solo, uma fronde de um feto encostava-se ao cipó. As formigas iam ao longo da nervura média da fronde, seguindo pelo pecíolo até ao solo. O solo da floresta opõe às formigas obstáculos sôbre obstáculos. A serrapilheira constitue um embaraço intransponível. Por essa razão as formigas subiam de novo em direção oblíqua a outra fronde do feto para alcançar o cipó num lugar mais baixo do que o anterior. Encontramo-nos agora na margem mais ou menos inclinada de um pequeno regato cheio de pedras, que deve ser transposto. O cipó recurva-se como uma serpente, no declive, servindo ainda num percurso de 2 metros como caminho mais cômodo às formigas. Mas, eis que o cipó, no comprimento de um palmo, se afunda no solo. O caminho passa sôbre a terra. Encontramô-lo bem trabalhado, aplainado, com os inícios da cobertura, exatamente conforme víramos antes no pasto.

O cipó desaparece no solo. Sôbre uma pequena cova, em forma de panela, encontram-se, em grande quantidade, ramos mortos e vivos, no mais das vêzes mais finos que um dedo. Da maneira mais variada as formigas transpõem êste embaraço de ramos. Contudo, a rua é sempre a mesma. Tôdas tomam o mesmo caminho, ora desviando para a direita, ora para a esquerda, utilizando-se de pontes estreitas e oscilantes, formadas de pedacinhos de galhos, para alcançar, após 2 metros de percurso, o último terraço da margem. Em lugares semelhantes a êstes a rua se modifica várias vêzes durante o dia. Cada fôlha ou pedaço de galho que cai desloca as pontes até então utilizadas, formando outras e fazendo com que algumas anteriormente utilizadas permaneçam suspensas no ar. Durante a nossa observação sucedeu tal fato. A passagem até então aproveitada era o pecíolo

de uma melastomácea. Êste se rompeu. As carregadeiras encontraram-se, de súbito, na extremidade de um galho pendente, não podendo caminhar. Para trás não podiam ir também, devido à pressão exercida pelas companheiras que vinham chegando. Em poucos minutos aglomerou-se no lugar um grande número de formigas em enorme embaraço. Quando a pressão se tornou muito grande, as formigas que haviam chegado primeiro deixaram cair suas cargas. As formigas carregadas e aquelas sem carga se distribuiam em tôdas as direções, tomando quantos caminhos novos possíveis. Logo algumas delas conseguiram alcançar a velha trilha, fazendo voltas; pareceu-nos terem sido auxiliadas no encontro desta pelas formigas vindas do lado oposto, que, em consequência do rompimento da ligação, haviam ficado igualmente desorientadas. Haviam encontrado, então, 4 ou 5 caminhos novos de ligação, nos quais as formigas esparsas levavam cargas em direção à meta almejada. Logo um dos caminhos se tornou o preferido e, após 1/ de hora, era o único utilizado. Nos caminhos secundários apenas algumas carregadeiras isoladas caminham com suas cargas. O novo caminho aberto era, entre todos os encontrados, o mais curto e aquêle que melhor coincidia com a direção principal em demanda ao ninho. As cargas anteriormente atiradas ao chão foram retomadas e transportadas ao longo da nova trilha.

O último trecho inclinado até à margem do córrego, longo de meio metro, era a nervura de uma fôlha sêca com apenas 5 milímetros de largura. Aquí as formigas se aproveitavam de alguns caminhos secundários que corriam na mesma direção e que consistiam no mesmo material. A' margem do córrego havia sido alcançada. O caminho ao longo do córrego se dirigia a 3 metros acima até o ponto onde um galho quebrado de uma árvore denominada «fumo bravo» *(Bathysa* sp.), com 1 metro e meio de grossura, formava uma ponte a 20 centímetros sôbre a água, numa extensão de 1 metro, até a uma pedra situada no meio do córrego. Mas esta não podia ser alcançada diretamente. Um ramo fino de begônia, apoiado na pedra, estabelecia a ligação com esta ilha. Apoiado na ilha encontrava-se novamente um galho mais grosso, quebrado, de «fumo bravo», cujo ramo lateral formava uma ponte sôbre o primeiro braço do regato. Para alcançar a margem oposta, as formigas tinham de subir por êste galho numa rampa de mais de 75º e numa altura de mais de 2 metros. Sómente a esta altura se encontra outro ramo lateral,

ao qual se encosta, vindo da margem, uma fôlha sêca, caída, de uma palmeira *(Euterpe)* que estabelece a ligação com a margem, fazendo um arco de 2 metros de comprimento.

Imagine-se, por um momento, o embaraço de fôlhas e ramos na margem de tal regato na mata virgem. Fixe-se bem em mente que cada galho de «fumo bravo» tinha um sem número de ramos laterais, alguns terminando livres no ar, outros em contacto com ramos de outras árvores, e que apenas um dos muitos ramos laterais se encostava à fôlha que servia de ponte! Desta forma tem-se uma idéia da capacidade de orientação única dêstes pequenos insetos em encontrar um caminho tão longo sob condições tão difíceis.

As operárias sobem, depois de haver alcançado a margem, sem levar em consideração a rampa, o barranco inclinado. Novamente restos de fôlhas da mesma palmeira servem de pontes sôbre as elevações do solo. Logo alcançam, no solo barrento, úmido, um lugar não muito coberto por pedaços de fôlhas e ramos. Aquí iniciam imediatamente a construção do túnel, terra a dentro. O trilho, quasi coberto, se prolonga por vários metros. A construção ainda é fresca. Em alguns lugares as operárias estão ocupadas ainda no feitio da abóbada. Reconhecemos nas pelotazinhas de barro recentemente retiradas o curso do trilho. Êste se orienta sempre na direção do ninho, a 20 metros de distância. Curvas maiores são condicionadas à conformação do terreno. As maiores, entre elas, pela posição das pontes naturais. Curvas pequenas são feitas constantemente. Também o túnel não pode seguir em linha reta, pois, o solo barrento está cheio de pequenas pedras que precisam ser evitadas. Ainda uma vez, antes de o ninho ser alcançado, o trilho aflora, fazendo uma rampa de meio metro. Aquí podemos convencer-nos de que, a êsses pequenos animais, transportando pesadas cargas, são indiferentes as declividades. Não importa mesmo que as paredes em que caminham se inclinem para trás. Subindo em um monte de terra sêca, vimos como uma formiga em seguida a outra subia, se bem que, em muitos lugares, a carga sôbre a cabeça pendesse verticalmente para baixo, puxando a carregadora. Agarravam com habilidade espantosa a quina aguda afim de ganhar a superfície lisa.

Até agora nos referimos à *Acromyrmex disciger*. Pude confirmar estas observações de modo igual ou semelhante para *Acromyrmex subterraneus,* muito mais rara, e, por diversas vêzes, para *Accromyrmex coronatus* subsp. *mölleri*.

Acromyrmex subterraneus v. *brunneus*, conforme pude notar, e de acôrdo com o que verificaram outros observadores, trabalha, quando não exclusivamente, de preferência à noite. Nunca observei uma rua destas formigas em pleno funcionamento. *A. disciger* trabalha, conforme testemunhei, várias vêzes em campo aberto, durante a noite e durante o dia com o mesmo afinco, tão bem com céu descoberto como em tempo chuvoso. Nunca observei *A. subterraneus*, durante a noite, em campo aberto. Na prisão trabalha durante a noite tão diligentemente como durante o dia. O mesmo vale para *mölleri*. Uma chuva repentina e forte faz com que as formigas larguem todas as cargas, fugindo para o ninho. Em tais ocasiões encontram-se trilhos repletos de cargas abandonadas, sem uma formiga sequer.

Dirigimo-nos agora, visto conhecermos as ruas, ao local do corte, àquelas pequenas «*Cupheas*» no pasto, das quais falámos acima. Observamos formigas isoladas subir nas plantinhas, correndo nas diversas fôlhas, aparentemente na atitude de estar procurando algo. Após pouco tempo uma delas toma posição no bordo de uma fôlha, começando a obra destruidora. E' completamente indiferente para ela estar pendurada por baixo da fôlha, sôbre esta, em posição oblíqua, ou trabalhar de cima para baixo. O movimento das suas mandíbulas podia ser observado melhor no primeiro caso, e, com um pouco de cuidado, conseguimos aproximar-nos, com uma lupa de grande aumento, para assim melhor observar o trabalho de corte sem perturbar a formiga.

A figura ao lado representa um par de mandíbulas de *Acromyrmex subterraneus* aumentado 10 vêzes. A figura vale também para as outras espécies de *Acromyrmex* com as quais nos ocupamos. O bordo anterior agudo das mandíbulas é recurvo e de maneira tal que, quando ambas as mandíbulas são movidas uma contra a outra, se forma, no momento do primeiro contacto, um espaço aberto entre elas, em forma de «O»; as superfícies limitadas pelo bordo agudo também são fracamente recurvadas para frente e para baixo. O bordo está cheio de dentes, que se mostram bastante rombos, quando fortemente aumentados. Aproximando-se mais as mandíbulas uma da outra, os bordos afiados ficam nitidamente

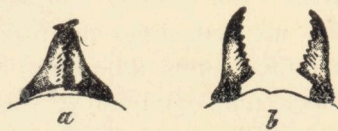



Fig. 1. Mandibulas de *Acromyrmex subterraneus* For. (Aum. 10 vêzes)

sôbrepostos, conforme mostra a figura, com as pontas cruzadas. A ação é, portanto, semelhante à de uma tesoura. A formiga que está cortando mantém a cabeça em direção um pouco oblíqua, empurra uma das mandíbulas debaixo da fôlha, enquanto a segunda permanece acima da mesma; agora fecha-se a tesoura e a massa de fôlha encerrada é esmigalhada. E dêsse modo se sucedem os movimentos do corte. Observando-se de cima, com a lupa, enquanto a formiga está pousada por baixo da fôlha, cortando-a, vê-se sempre uma das mandíbulas empurrada na frente e da outra vê-se apenas a ponta que vai atravessando a fôlha; é fácil convencer-se de que a formiga pode cruzar arbitràriamente a mandíbula direita ou a esquerda sôbre a outra, bem como cruzá-la por baixo. Quando há necessidade de cortar a nervura de uma fôlha, um único golpe não basta; a tesoura tem de ser aplicada por várias e sucessivas vêzes no mesmo lugar. Depreende-se fàcilmente desta meneira de tosar por que as formigas sempre conduzem o seu corte começando do bordo, nunca retalhando pedaços no meio da lâmina da fôlha. O corte é sempre dirigido em linha circular, pois, conforme já descreveu Belt, a formiga gira ao redor de suas patas traseiras, que servem de centro.

Em vista destas considerações, torna-se evidente que formigas menores cortem pedaços menores. Com alguma experiência, pode-se saber, imediatamente, pelo tamanho dos círculos feitos na fôlha cortada, se foi *A. disciger* ou uma das espécies maiores que causou o dano. Quando o corte se approxima do bordo da fôlha, a habilidade da formiga é posta a dura prova, que é quasi sempre vencida brilhantemente. Ela pousa, conforme se depreende da nossa descrição, no pedacinho da fôlha em vias de ser cortado. Poucos instantes antes do último golpe da mandíbula, vê-se que ela coloca uma pata ou, de preferência, duas sôbre a fôlha firme que permanece no galho. Quando o pedaço cortado cair, cái junto, pendendo por um momento, segura apenas por uma pata e, a grande custo, mantendo firme o pedaço cortado. Prende a carga com as patas dianteiras; quando necessário, uma das patas medianas também a auxilia. Agora firma-se na parte restante da fôlha e em seguida carrega a carga. Afim de que se possa avaliar da rapidez com que aparam as fôlhas desenhei dois pedaços cortados em 5 e 4 minutos, respectivamente, por *A. disciger,* na minha presença. O tempo dispen-

dido no corte de uma fôlha varia, de acôrdo com a espécie e com as nervuras.

Para levantar a carga, a formiga abaixa a cabeça, agarra com as mandíbulas o pedaço de fôlha já em posição vertical, empregando, se necessário fôr, uma das patas medianas. Em seguida levanta a cabeça à posição natural. Escolhe o lugar de fixação de maneira tão certa que o pedaço de fôlha cortado, cujas dimensões alcançam, às vêzes, mais do que quatro vêzes o comprimento do corpo da formiga, fica com o centro de gravidade sôbre a cabeça. Assim carregada, põe-se imediatamente a caminho para o carreiro. Quer suba em direção oblíqua, quer desça, nunca se notará alteração na marcha.

Fig. 2. Folhas de *Cuphea* cortadas por *Acromyrmex disciger*, respectivamente em 5 e 4 minutos. (Tamanho natural)

Certamente é obstada em seu caminho por uma série de tropeços que não notou antes de estar carregada. A passagem debaixo de galhos rentes ao solo é penosa; corre para a direita e para a esquerda, afim de achar um lugar que lhe dê passagem; deita-se completamente de lado, fazendo tôda a sorte de tentativas para vencer as dificuldades. Nunca observei formiga alguma, metida em tais apuros, deixar cair a carga; parece estar completamente confundida com a mesma, não se dando por satisfeita antes que tenha forçado a passagem, para depois

Fig. 3. Operarias de *Acromyrmex disciger* transportando pedaços de fôlhas e pecíolos, em um pé de *Manihot aipi* (tamanho natural)

de poucos passos, topar com as mesmas dificuldades. A carga está tão segura que, quando a erguemos com uma pinça, a formiga vem junto. O carreiro principal exibe, quando bem frequentado, na ocasião em que de todos os lados para êle afluem as operárias carregadas, o quadro, muito conhecido dos viajantes da América tropical, de fileiras curiosamente formadas por pedacinhos de fôlhas cambaleantes em marcha para frente, debaixo das quais as carregadeiras são quasi imperceptíveis a um exame superficial. O desenho da fig. 3 é apenas um esbôço visando pôr em evidência a fôrça despendida e necessária para contrabalançar o pêso exercido pela carga que atua quasi que em direção vertical sôbre a cabeça. Pedaços de fôlhas cortadas, reproduzidos na figura, correspondem em seu contôrno exatamente àqueles por mim observados. Também o lugar em que a formiga o segura com as mandíbulas foi indicado para cada pedaço no local e no momento da observação. Enquanto as formigas, que representei descendo ao longo da haste de mandioca «aipim» *(Manihot aipi)*, transportam pedacinhos de fôlhas de forma comum, de tamanho médio, a operária que se encontra no pecíolo da fôlha, à direita, transporta uma carga desmesuradamente grande. E' um pedaço do pecíolo cortado por ela. Uma outra, que vinha atrás, carregava um pedaço semelhante. Ambas, não os podendo abarcar com as mandíbulas, seguravam-nos por debaixo do pecíolo. Anotei, em uma boa balança de químico, o pêso destas duas cargas mais pesadas observadas e encontrei 82 mgrs. Ambas as carregadeiras pesavam juntamente mais de 9 e menos de 10 mgrs. Cada qual carregava um pedaço de pecíolo 4 vêzes mais comprido do que o seu corpo, 10 vêzes mais pesado que êste, e isto não numa rua plana mas sim descendo em uma parede lisa, quasi vertical.

As cargas comuns não são, conforme já foi mencionado, tão desproporcionalmente pesadas. O pêso de 13 cargas que correspondiam em média mais ou menos àquelas representadas na figura anterior era de 74 mgrs. As carregadeiras respectivas pesavam 39 mgrs. Neste caso a relação entre pêso do corpo e carga era de 1 para 1,9.

Quinze outras cargas pesavam 107 mgrs., e as formigas 65 mgrs. Quasi que a mesma proporção foi obtida: 1 para 1,65. Por diversas vêzes ainda realizei pesagens semelhantes. Achei em um caso (pedacinhos de fôlhas de forma e tamanho comuns):

Pêso de 39 formigas = 115 mgrs.
Pêso das cargas por elas transportadas = 245 mgrs.
O pêso de uma formiga em relação ao da carga era de 1 para 2,13.

Em outro caso, em que se tratava de fôlhas sêcas e também de pequenos ramos empregados exclusivamente para cobertura do ninho e transportados apenas à curta distância, 13 formigas pesavam 110 mgrs.; 13 cargas, 330 mgrs. Os pêsos correspondentes estavam na proporção de 1 para 3.

Em um outro caso ví como apenas as maiores operárias de um ninho da *A. disciger* transportavam bagas de uma melastomácea para o ninho. As 19 formigas pesavam 130 mgrs.; 17 das suas cargas, 1,075 mgrs. Proporções dos pesos: 1 para 9. Encontrei uma vez um bando de formigas ocupadas em cortar e transportar a inflorescência de uma palmeira caída sôbre o caminho. Dez formigas pesavam 75 mgrs.; dez cargas, 700 mgrs. Também neste caso algumas das operárias transportavam mais do que 9 vêzes o seu próprio pêso.

Para as 3 maiores espécies, *Acromyrmex subterraneus*, *A. subterraneus* v. *brunneus* e *A. coronatus* subsp. *mölleri*, a maneira de cortar, erguer e transportar as cargas é exatamente a mesma descrita para *A. disciger*. A forma dos pe-

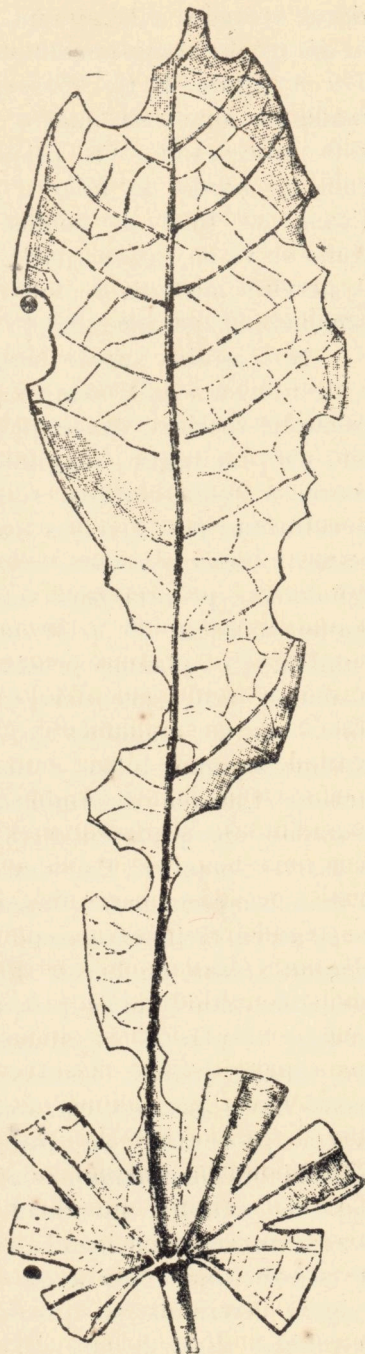



Fig. 4. Fôlha de mandioca cortada por *Acromyrmex disciger* (tamanho natural)

daços cortados é a mesma. Sómente êles alcançam, às vêzes, o dôbro do comprimento das formigas.

A figura 4, (p. 25) representa uma parte da fôlha palmada de aipim na qual a obra destruidora das formigas se está processando. Os primeiros cortes semi-circulares começam no bordo do folíolo. Avançam para a nervura. A esta ficam, no final de contas, apenas uns bocados do limbo, como se vê na figura (parte inferior do folíolo do lado direito). A nervura mediana do folíolo, mais delicada na parte distal, é, por vêzes, aparada.

Nos jardins sucede muitas vêzes que as formigas atacam e desfolham rapidamente certas plantas preferidas, como, por exemplo, roseiras, couve, pessegueiros novos. No campo aberto isto não é a regra. Na grande plantação de mandioca da qual retirei a fôlha cortada, representada na fig. 4, as formigas penetraram por diversos carreiros vindos do bordo da floresta próxima. Se cada uma das fôlhas da planta lhes fôsse igualmente própria para seus fins, não teriam avançado, conforme sucedeu, 20 a 30 metros até o centro da plantação, enquanto as plantas próximas da floresta ainda mantinham a maior parte das suas fôlhas intactas. Não encontrei um único pé de mandioca a que as formigas não houvessem cortado algumas fôlhas, e nenhum que estivesse completamente pelado. Em um determinado dia observei que haviam sido cortadas, de preferência, as fôlhas inferiores, murchas, de tôdas as plantas. Em outro, haviam cortado outras tantas fôlhas completamente frescas e sadias. Também na floresta se observa fácilmente como as formigas transpõem um longo caminho, afim de buscar fôlhas de uma determinada planta, enquanto, muito mais próximo de seu ninho, rente aos seus trilhos, há plantas em abundância, das quais cortam as fôlhas em outras épocas. Também em nossa observação feita no pasto havia goiabas em abundância, no chão, mais fáceis de serem procuradas do que as pequenas *Cupheas* esparsas. Recolhiam quantidades relativamente pequenas de polpa, ao lado de grandes quantidades de fôlhas cortadas. Disso que acaba de ser mencionado parece ressaltar que as formigas, de acôrdo com o fim a que visam, a ser estudado mais tarde, exigem determinadas e variadas partes dos vegetais a serem recolhidos. Esta é uma das razões pelas quais não agem da mesma maneira devastadora como seus parentes mais desenvolvidos do Norte, conforme referiu B e l t. Nos trilhos das cortadeiras que estudámos, uma formiga caminha sempre

atrás da outra, e não muitas, umas ao lado das outras. Em um carreiro muito movimentado de *Acromyrmex subterraneus* passaram, em um ponto, durante o período de 1/4 de hora, 217 formigas carregadeiras, as quais transportavam, ao todo, 3 grs. de fôlhas.

2. Os ninhos das formigas carregadeiras e as culturas de fungo

Os numerosos ninhos de *Acromyrmex subterraneus* v. *brunneus* e *A. disciger,* observados por mim em tôdas as épocas do ano, raro se encontram livres no solo da floresta. Neste caso afetam a forma de um cone truncado, como se fôra feito de pedacinhos de fôlhas murchas e ramos. Cipós, ramos e fôlhas de plantas vizinhas atravessam-no, dando-lhe firmeza. As observações gerais sôbre a forma da esponja, que se encontram em Forel «Les fourmis de la Suisse», pg. 151, nota, se aplicam de todo para o nosso caso. O diâmetro da base é sempre maior do que a altura do ninho. De acôrdo com as observações exaradas na mesma página da referida obra, verifica-se também que nos ninhos das formigas cortadeiras não se pode falar de um plano de construção e simetria. Os ninhos edificados livremente no solo da floresta são exceções. Na maioria das vêzes, são cavidades (panelas) situadas mais ou menos profundamente abaixo da superfície da terra e formadas da maneira mais variada. Ampliados, de acôrdo com as condições locais, não observam nenhum plano determinado.* Quando não estiverem cobertos naturalmente por troncos de árvores em decomposição, terra ou pedra, são protegidos por uma cobertura densa de fôlhas murchas cortadas e restos de galhos.

Apenas num característico há concordância em todos os ninhos de tôdas as espécies de *Acromyrmex* observadas, por diversa que seja a sua construção. No interior encontra-se sempre uma massa fofa, mole, de flocos cinzentos, semelhante a esponja, atravessada, segundo a espécie, de poros grosseiros e cavernas maiores ou menores, nas quais se encontram sempre um grande número de formigas e em que se acham espalhados ovos, larvas e pupas, de modo irregular. Esta massa esponjosa encontra-se tanto nos ninhos de *Acromyr-*

mex coronatus subsp. *mölleri* como de *A. subterraneus,* se bem que nesta última a esponja seja diferente, em sua estrutura, daquelas até agora descritas. Encontra-se também a mesma massa fofa, de um modo todo semelhante, em qualquer ninho das formigas peludas a serem estudadas mais adiante e formigas corcundas (*Apterostigma* e *Cyphomyrmex*); ela representa aquilo a que o colono alemão, em Blumenau e também no sul do Brasil, chama de «Brut», a que Thomaz Belt denominou «ant-food» e eu chamei de «Pilzgärten» (jardim de fungo) das formigas. Também o Snr. Dr. Mc. Cook em Philadelphia teve a grande amabilidade de enviar-me suas valiosas informações sôbre *Atta fervens* e *Atta septentrionalis,* atendendo assim ao meu pedido (Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. Piladelphia 1879 e 1880). Na primeira destas informações encontrei a expressão «mushroom garden», cuja tradução empreguei.

Outra particularidade comum a todos os ninhos de *Acromyrmex* é que o «jardim de fungo», construído no fundo da panela, em nenhum lugar entra em contacto com as paredes laterais ou com a abóbada protetora. Permanece livre, distante da largura de um dedo, das paredes externas e teto das panelas. Além disso, nunca o jardim de fungo fica exposto à luz do dia.

A fotografia que deu origem à Estampa II foi tirada no mato, na proximidade de Blumenau, em 20 de janeiro de 1892. Em um dos cantos da raíz de um velho tronco se formara, junto a raízes de fetos e de bromélias, raízes aéreas de aráceas e sarmentos, um depósito de humus em patamar. Êste suportava, a 3/4 de metro acima do solo, um ninho de *Acromyrmex disciger.* O jardim de fungo era todo coberto por uma densa camada de pedacinhos de fôlhas e ramos secos cortados. A cobertura era mantida no lugar por sarmentos, os quais podem ser reconhecidos na fotografia. A parte superior desta cobertura alí ficou firme, sob forma de uma carapuça, quando o jardim de fungo foi exposto para ser fotografado. Vê-se ainda nítidamente como o jardim, permanecendo intacto na sua parte superior, estava protegido, sem que estivesse em contacto com a cobertura. Mais em baixo a massa, extremamente fofa, desfez-se em consequência do abalo inevitável. Um ninho em tal altura acima do solo deve ser considerado, aliás, como exceção. No entanto, ninhos maiores, isolados, podem ser ainda encontrados em raízes de bromélias, a maiores alturas.

A Estampa III dá uma idéia mais exata da estrutura do jardim de fungos, do que seria obtida através de uma descrição. A figura representa uma parte de cultura de ninho muito grande, intacto, completamente exposto, *in loco*, na floresta. Devo a obtenção desta fotografia a um acaso favorável. As formigas, com frequência, se servem de troncos mais ou menos apodrecidos internamente para instalação de um ninho. A casca, ainda firme, forma a cobertura protetora desejada. As porções apodrecidas da madeira são retiradas com o fim de aumentar o ninho. Quando a casca exibir fendas, estas são fechadas, da maneira usual, com pedacinhos de fôlhas. Uma tal fenda coberta com pedacinhos de fôlha permitiu-nos localizar o ninho de que estamos falando. Retirei a coberta de fôlhas, esperando achar em baixo da mesma um pequeno ninho. Removendo aos poucos a casca do tronco, para expor o ninho, se possível fôsse, rompeu-se de repente em um comprimento considerável, podendo então ser levantada como se fôra uma tampa. Desta forma, uma das maiores culturas de fungo que jamais tive oportunidade de ver, apareceu completamente exposta e intacta. Nós (o Snr. Gärtner e eu) não estávamos muito longe da margem do Itajaí. Com a canoa próxima, em menos de uma hora pudemos trazer a máquina, fotografando uma parte alta e livre da cultura, antes que as formigas, surpreendidas, tivessem tempo de subtraí-la à luz do dia. A cultura tinha um metro e meio de comprimento, mais ou menos. Seguia as cavidades irregulares que se haviam formado no tronco completamente podre, já ampliadas pelas formigas. Encontrámos muitos ninhos em cima ou em baixo de troncos de árvores caídos no mato. Tocos podres e os ângulos que se formam entre as raízes deles são lugares prediletos para a instalação das culturas de fungo.

Acromyrmex subterraneus e v. *brunneus* são mais frequentemente encontradas na floresta do que em áreas cultivadas. Por conseguinte suas excursões visam antes às roças do que aos jardins e pomares. *Acromyrmex disciger* acostumou-se às proximidades das habitações humanas, adatando habilmente a construção de seus ninhos às condições dêsses lugares. Debaixo da escada de pedra de casa por mim habitada durante algum tempo, encontrava-se um grande ninho desta formiga. O ninho era inacessível, a não ser que se decidisse demolir a escada. Sòmente a enchente que castigou a Vila de Blumenau em junho de 1891 — não sei quantas vêzes as inundações flagelaram Blumenau desde a sua fun-

dação — o destruiu e, com êle, milhares de ninhos da região inundada. Debaixo da soleira da porta da casa do Vigário encontrei um outro de quasi dois metros de comprimento, apresentando melhor aspecto nos lugares em que a madeira estava bem apodrecida. As moitas que limitam os terrenos são utilizadas pe as formigas para a instalação dos ninhos, cobrindo-as com fôlhas. Quanto mais espinhosas e inacessíveis forem, tanto mais são preferidas pelas formigas. As plantações de bananas que se encontram geralmente às margens inclinadas dos pequenos regatos são também muito procuradas. Nos lugares onde se encontram pseudo-caules de plantas mortas após a frutificação e sob as grandes fôlhas caídas, constroem seus ninhos. Em um caso examinado com mais cuidado, encontrei um ninho ao redor de um pseudo-caule, morto, de bananeira. Tinha a forma de uma bola de cêrca de 30 cms. de diâmetro. Tôda a cobertura constava quasi que exclusivamente de fôlhas de bananeira, sêcas, de consistência semelhante a pergaminho, que haviam sido cortadas para êste fim, conforme sucede comumente com as fôlhas frescas. Era em agôsto, no inverno, quando a cobertura de todos os ninhos é consideravelmente mais espêssa que no verão. Tinha na parte superior uma espessura de 25 cms., nos lados até 40 cms., de maneira que o ninho, apesar do seu pequeno porte, formava um monte de mais de um metro de diâmetro.

Os ninhos de *Acromyrmex subterraneus* diferenciam-se em alguns detalhes dos até agora observados de *subterraneus* v. *brunneus* e *A. disciger*. Podem ser reconhecidos pelos pequenos montes de terra fresca trazidos à luz do dia pelas formigas em trabalho ativo pelas galerias. Esta espécie forma panelas para instalar a cultura de fungos, mesmo em terras barrentas, firmes, conforme Belt descreveu para as formigas de Nicarágua. Nunca pude observar coisa semelhante entre as espécies anteriormente descritas. Também estas são, aliás, hábeis trabalhadoras em aterros e, durante as construções de suas galerias, *A. disciger* não teme os solos barrentos. Seu ninho está, porém, sempre situado bastante rente à superfície, em panelas que são ampliadas exclusivamente pelo transporte de pelotas de terra sôlta e humosa. *A. subterraneus* faz escavações em terra compacta e, seguramente, até um metro de profundidade. Provavelmente ainda vá mais fundo no solo, cavando panelas nas quais instala as culturas de fungo. Suas panelas são ligadas por meio de canais subterrâneos. Estão situadas ao lado e em baixo umas das outras. Cada panela,

(as maiores observadas eram mais ou menos do tamanho de uma cabeça humana), traz uma esponja de fungo. Apesar de ter feito muitas pesquisas, nunca observei coisa semelhante nas duas espécies anteriormente descritas. A massa fofa, esponjosa, da cultura de fungo acha-se em uma relação contínua, não sofrendo interrupção por mais extensa que seja. Os tubos subterrâneos, assim como os tubos de saída dirigem-se para cima e têm, no máximo, dois centímetros e meio de diâmetro. São redondos, de paredes lisas, como as panelas. A cultura de fungo também fica livre dentro da panela, não havendo contacto com a parede ou com o teto; não difere, em aspecto e estrutura daquelas de outras espécies.

Por tudo isso torna-se evidente que os ninhos se assemelham àqueles descritos minuciosamente por Th. Belt. Contrariamente aos dados feitos por êste autor, os ninhos de tôdas as nossas espécies de *Acromyrmex* se encontram tanto no meio das matas mais densas como nos bordos das mesmas. Também encontramos ninhos de *Acromyrmex subterraneus* no meio da floresta. O espaço ocupado pelos ninhos desta espécie, muitas vêzes bem extensos, atinge, como pude observar, até quatro metros quadrados.

De *Acromyrmex coronatus* subsp. *mölleri*, mais rara, pude observar apenas 5 ninhos. Assemelhavam-se, na disposição e cobertura de fôlhas murchas, cortadas, àqueles de *A. disciger*. Eram relativamente pequenos, o maior medindo cêrca de três decímetros cúbicos. Um dos ninhos se encontrava sob cascas fendidas de uma árvore, a um metro e meio acima da superfície do solo. Tôda a cultura de fungo cabia dentro de uma chícara. Neste caso não havia o mínimo indício da existência de panelas ligadas entre si por meio de tubos, conforme encontrámos em todos os casos de *Acromyrmex subterraneus*.

3. Estudos das culturas de fungo. As couves-rábanos.

Nas culturas de fungo distinguem-se em regra duas partes de coloração diferentes, contudo não nítidamente diferenciadas: uma de côr mais amarelo-avermelhada e outra de côr mais azul-preta. As partes superiores têm a côr azul-preta. O fato de essas partes mais novas serem as mais apreciadas pelas

formigas tornou-se evidente pela seguinte experiência. Destruí, na pesquisa de um ninho de *Acromyrmex subterraneus*, a panela, espalhando o conteúdo da mesma na terra. Como de costume, as formigas começaram, após pouco tempo, a ajuntar os pedacinhos espalhados. Observava-se nítidamente que as partes azul-escuras eram transportadas em primeiro lugar, enquanto as amarelo-pardacentas foram abandonadas a princípio.

Tomando-se um pequeno pedaço de cultura, pode-se observar, por meio de uma lupa, o seguinte: a massa fofa compõe-de um grande número de pequenas pelotas irregulares, delicadas, de meio milímetro de diâmetro, no máximo, que se mostram nas porções mais novas com a coloração verde-escura; nas porções mais velhas, com a côr quasi preta e, nas mais velhas ainda, amarelo-pardacenta. Completamente atravessada de filamentos brancos de fungo, cada pelotazinha exibe filamentos ou hifas de fungo. São estas hifas que seguram as pequenas pelotas.

Espalhados em tôdas as partes da superfície da cultura, notam-se além disso, corpúsculos arredondados, brancos. Têm em média cêrca de 1/4 de mm. de diâmetro. Alguns até 1/2 mm., e às vêzes rentes uns dos outros se unem nas áreas onde a massa branca tem uma extensão de 1 mm. e conformação irregular. Com um pouco de treino, reconhecem-se êsses corpúsculos já a ôlho nú, como pontos claros, brancos, abundantes, existentes em tôda parte e sem exceção nas culturas de todos os ninhos. Observados à lupa, aparecem às vêzes brilhantes como gotinhas dágua. Nas partes muito jovens, apenas iniciadas da cultura, êles não existem. Acham-se regularmente distribuídos em tôda a massa, de maneira que não se pode arrancar com os dedos um pedacinho, por pequeno que seja, sem que nêle estejam alguns dos corpos brancos. Êsses corpúsculos brancos denomino *couves-rábanos*. Formam o alimento principal, quando não único, das espécies de *Acromyrmex* estudadas. Antes de passar ao estudo microscópico do fungo, peço permissão para traduzir passagem do livro de Th. Belt, como base de nossa pesquisa. À pág. 79 e seguintes lê-se:

«Se bem que as formigas sejam tão vulgares na América Tropical, chamando a atenção de quasi todos os viajantes, ainda paira grande dúvida sobre o emprêgo que fazem das fôlhas. Alguns naturalistas suspeitam que elas as usam imediatamente como forragem; outros, de que servem para cobrir seus ninhos subterrâneos. Eu acredito que

o seu verdadeiro uso é o de servir de adubo a um fungo que lhes serve de alimento. As saúvas são, na realidade, criadoras e comedoras de fungos. Esta explicação é tão fora do comum e tão curiosa, que peço permissão para tratar mais em detalhe dos fatos que me levaram a essa hipótese. Quando pela primeira vez iniciámos combate às formigas que atacavam o meu jardim, fizemos profundas escavações em seus ninhos. Durante nossas pesquisas, cortámos também duas vêzes grandes formigueiros, de maneira que todos os seus trabalhos subterrâneos ficaram expostos. Achei que seus ninhos de baixo da terra consistem num grande número de câmaras redondas. mais ou menos tão grandes como uma cabeça humana, ligadas entre si por diversas galerias tubiformes. Se bem que muitos cortejos de formigas transportassem constantemente retalhos de fôlhas, nunca foi possível encontrar grandes quantidades dêstes no ninho. Evidencia-se, pois, que as fôlhas são aproveitadas de qualquer modo imediatamente depois de serem recolhidas. As câmaras estavam sempre cheias, até 1/4 do volume, com massa flocosa, de côr parda, formada por uma substância leve e fofa, de aspecto esponjoso. Nesta massa encontravam-se numerosas formigas que pertenciam ao menor grupo de operárias e que não tomavam parte no transporte de fôlhas. Ao lado destas encontravam-se larvas e pupas, não amontoadas, mas aparentemente espalhadas de maneira irregular na massa flocosa. Esta massa, que denominei alimento das formigas («ant-food»), ao ser examinada demonstrou ser formada de pedacinhos de fôlha muito bem triturados, que murchavam tomando uma coloração parda, sendo cobertos e levemente ligados por um fungo branco que se ramificava em tôdas as direções. Encontrei êste fungo não apenas em tôdas as câmaras por mim abertos, mas também nas câmaras dos ninhos de uma espécie diferente que apenas sai durante a noite, regressando carregada de diversas substâncias amiláceas; ela não constrói montes sôbre seus ninhos mas sim longos canais que terminam em câmaras semelhantes às da espécie vulgar, sendo, como estas, cheias até 3/4 de seu volume com massa flocosa de substâncias vegetais cobertas de fungo, entre as quais se encontram as amas das formigas e formigas novas. Perturbando-se um ninho e espalhando-se o alimento em de redor, as formigas apressam-se a recolher todos os bocados novamente debaixo do seu teto. Às vêzes, quando eu escavava um ninho, encontrava no dia seguinte a terra retirada cheia de pequenas covas feitas pelas formigas, afim de poderem retirar o alimento de lá. Quando emigram de um lugar para outro, carregam consigo todo o alimento contido na velha residência. Não pude convencer-mee se as formigas comem ou não as fôlhas, pois, encontrei, próximo às câmaras habitadas, pedacinhos de fôlhas, gastos, que haviam sido utilizados como adubo para o fungo, agora abandonados e servindo como alimento para larvas de *Staphylinidae* e outros besouros.

Estas formigas não se limitam apenas a baldear fôlhas, mas transportam também outras substâncias vegetais que consideram apropriadas para alimentar o fungo. Apreciam bastante a parte branca interna das laranjas. Ví como cortam as flores e fôlhas de muitos arbustos, carregando para os ninhos apenas aquelas. Dispensam grande cuidado com o arejamento de suas câmaras subterrâneas. Estas são providas de

numerosos tubos que se abrem à superfície. As formigas fecham e abrem êsses canais, provàvelmente para conservar uma determinada temperatura. O grande cuidado observado para que os pedacinhos de fôlhas recolhidos não sejam nem muito secos nem muito úmidos coincide com o ponto de vista de que seja a sua finalidade fazer crescer um fungo, o qual requer condições especiais de calor e umidade afim de poder desenvolver abundantemente.»

A pesquisa microscópica da cultura de fungo nos ensina que aquelas pelotinhas supra mencionadas, sem forma, verde-escuras até amarelo-pardas, são os resíduos de pedaços de fôlhas transportados pelas formigas para dentro de seus ninhos. Reconhecemos sem dificuldade restos da epiderme com estômatos, pêlos, grãos de clorofila, às vêzes grãos de amido, vasos em forma de anel e espiral, tudo triturado e destruído, de maneira que quasi nenhuma célula permanece intacta. A ôlho nú não é possível reconhecer nestas pelotinhas a estrutura foliar e é por isto que fácilmente se repete a observação posta em evidência por Belt e que lhe serviu de base principal para as suas conclusões lógicas, a saber, que da grande quantidade de fôlhas recolhidas pouco se encontra no ninho. De vez em quando reconhecem-se pequenos pedacinhos de fôlhas espalhados nas câmaras das culturas de fungo. Também se encontram, não raras vêzes, pequenas quantidades de cargas abandonadas rente à entrada do ninho. O seu número é muito insignificante quando comparado ao número das que são transportadas. Os pedacinhos de fôlhas situados mais profundamente no ninho são, na maioria das vêzes, menores do que qualquer uma das cargas transportadas. Está claro que estas ainda foram recortadas no ninho. Seria errado suppor que os minúsculos pedacinhos fossem, sem mais trabalho, introduzidos na cultura; isto nunca sucede. As pelotinhas recentemente introduzidas na cultura distinguem-se dos pedacinhos de fôlhas cortados pelo fato de a estrutura celular da fôlha estar completamente destruída nas primeiras. Mais adiante veremos como é que as formigas conseguem fazer isto.

As hifas que ligam aquelas minúsculas pelotas (e as pelotas constituem o meio de cultura às hifas) têm sempre o mesmo aspecto quando observadas sob microscópio, não importando qual seja a parte do ninho de que se retire o material para exame. As hifas crescidas nesses munúsculos pedaços são de diâmetro consideravel. Variam de 5-6 até 8 micra. Estão cheias de um protoplasma granuloso, no qual se encontram grandes vacúolos que contêm gotas esféricas fortemente re-

fringentes, de 2 a 3 micra de diâmetro. As hifas são muito septadas, anastomosando-se extraordinàriamente. Porções de hifas desprovidas de protoplasma, com paredes murchas, são encontradas com frequência.

Nestas hifas ocorrem as chamadas couves-rábanos. Um exemplo do que sejam estas estruturas, vemô-lo na figura 22 (Estampa VII). As extremidades das hifas ou seus ramos laterais aumentam de diâmetro transformando-se em estruturas esféricas ou clavuladas. As estruturas esféricas têm dimensões mais ou menos constantes. Osciliam entre 10 a 24 micra de diâmetro. Nunca se encontram isoladas, Sempre em grande número, formam pequenas cabeças. Estas, a ôlho nú, aparecem como sendo aquêles pontinhos brancos mencionados atrás. Observando-se uma cabeça sem a mergulhar em água (figuras 22, 23 e 33), vê-se apenas o exterior das estruturas esféricas ou clavuladas. Mergulhando-a em água (figuras 24, 34 e 35), nota-se que as clavas ou esferas estão cheias de protoplasma rico em vacúolos idênticos aos do micélio de que derivam. Quando completamente desenvolvidas, tais estruturas semelhantes a ampoulas, trazem um único e grande vacúolo. Quando novas traziam vários.

A disposição dos elementos componentes das couves-rábanos é irregular. Formam-se tanto nos ramos laterais como nas extremidades das hifas principais. Excepcionalmente são intercalares (figs. 22, 23). Há sempre uma quantidade de hifas próximas capazes de dar origem às couves-rábanos. Há também sempre hifas no interior do meio nutritivo que crescem sem nunca produzir couves-rábanos. As couves-rábanos devem sua firmeza às dilatações esféricas, muito unidas, entre as quais se encontram comprimidas várias hifas. Na base há uma camada de hifas delicadas, que dão origem às couves-rábanos. Compreende-se por que é facil de se retirar as cabeças de couves-rábanos, com uma agulha, sem destruir a estrutura fofa da cultura. Realizei isto centenas de vêzes, com o fim de fazer experiências de cultura que serão consideradas mais adiante. A camada de hifas mais delgadas rompe-se com facilidade, em face da maior firmeza e resistência oferecida pelas couves-rábanos.

4. A importância das culturas de fungo para as formigas

Em 21 de setembro de 1891 descobrí um ninho de *Acromyrmex disciger,* que se encontrava a poucos metros dum caminho, no mato. Retirei dois punhados da esponja, espalhando-a no meio do caminho. A cultura desfez-se em uma infinidade de pequenas pelotinhas. As formigas corriam, a princípio, desorientadamente pelo meio delas, onde se encontravam espalhadas uma quantidade de larvas e pupas. Algumas formigas corriam para lá e para cá; outras pegavam cada qual uma larva ou pupa. Pouco tempo depois começaram a juntar tôdas as larvas e pupas, depositando-as debaixo de uma fôlha deitada no caminho. Durante êste tempo algumas turmas de reconhecimento se empenhavam em descobrir o caminho para o ninho perturbado. Se bem que êste se encontrasse acima de um barranco bastante íngreme, de um metro de altura, as formigas o descobriram cêrca de 3/4 de hora depois. Uma hora após, estavam ativamente ocupadas em transportar as larvas e pupas protegidas debaixo da fôlha para o ninho. Carregavam também os pedacinhos da cultura espalhados pelo chão. Após duas horas, não se encontrava, no caminho, o mínimo pedacinho de cultura que pudesse ser reconhecido à vista desarmada. Experiências semelhantes, tão fáceis como essas, fiz diversas vêzes com o mesmo êxito. Verifica-se então que, para o caso das nossas formigas, a afirmação de Belt é exata, a saber: ao mudarem de lugar carregam sempre suas culturas de fungos, até a menor partícula. Perturbando-se um ninho, expondo-o parcialmente, o que acontece quando se retiram pedaços da esponja com o fim de pesquisá-la, as formigas procuram recompor o rombo aberto da maneira mais rápida possível. Transportam, da parte da cobertura do ninho, não só todos os pedaços de fôlhas e ramos, passíveis de serem retirados dalí, para o lugar exposto, como procuram transportar da vizinhança tudo o que puderem de material de cobertura. Uma vez observei, depois de haver retirado cêrca da metade de um ninho, como elas juntavam os pedaços dispensáveis da cobertura intacta, carregando-os até ao lugar de destruição, deixando-os cair sôbre a cultura de fungo exposta. Uma vez observei um ninho exposto de *Acromyrmex subterraneus* v.

brunneus ser recoberto depois de 24 horas numa extensão de um metro de comprimento e 50 cms. de largura com uma camada de pedaços de ramos e fôlhas sêcas de 10 cms. de espessura. Às vêzes as formigas transferem a cultura de fungo, depois de uma primeira perturbação, para um outro local. Na maioria das vêzes notei, no entanto, que é necessário uma nova perturbação para fazer com que transfiram a sua morada. Voltando-se após 24 horas para um tal ninho, não se percebe, à primeira vista, nenhuma modificação. A cobertura sêca está intacta, parecendo apenas um pouco afundada. Observando-se melhor, vê-se sob a mesma a panela vazia na qual se encontravam anteriormente as culturas. Destas não há o mínimo vestígio. A cultura foi retirada até a última fração, enquanto as fôlhas sêcas permaneceram tôdas no local. Merece ser mencionado que, de uma feita, perturbei um ninho cinco vêzes, a pequenos intervalos de tempo, retirando, além disso, por duas vêzes, grandes quantidades da cultura de fungo. Contudo, as formigas (*A. subterraneus* v. *brunneus*) não mudaram. Em outros casos, conforme o Snr. Gärtner averiguou, as formigas permaneceram depois da primeira perturbação durante 5 ou 6 dias no ninho, para se transferir, em seguida, para outro lugar.

As observações citadas demonstram que as formigas prezam muito a posse e a produção das suas culturas de fungo, dando-lhes o mesmo valor que à sua descendência.

Até êste ponto, as observações feitas em campo aberto foram inspiradas nas de Belt. Êste observador profundo vai além dêsses fatos, lançando a hipótese de que as formigas vivem de fungo que cresce nas fôlhas recolhidas. Quanto mais vivo se tornava o desejo de mostrar que esta afirmação era exata, ou mesmo negá-la, pesquisando mais a fundo o modo por que é construído o jardim de fungo, tanto mais desanimador foi o reconhecer que, nos ninhos naturais, observações mais detalhadas seriam impossiveis. O Prof. Schimper diz das formigas que desaparecem no ninho com as suas cargas: «Apenas poucos naturalistas as acompanharam em suas atividades.» Podemos acrescentar que, assim procedendo, não se chegará a conhecimentos mais profundos. Afim de observar as formigas é necessário expor uma parte do ninho. Tal intervenção, por mais cuidadosa que seja, provoca uma excitação geral. Desorganiza o ninho. Irritam-se os moradores, que correm desordenadamente, procurando atacar o perturbador da paz.

As picadas causadas ao homem por êsses valentes e pequenos insetos são inofensivos. No primeiro momento as formigas tentam atingir as partes descobertas do corpo. Suas mandíbulas não penetram, não corre sangue. Felizmente elas não se sentem bem no corpo humano. Basta caminhar meia hora pela floresta, e terão desaparecido de todo.

5. A utilidade das culturas: sua estrutura e seu trato observados na prisão.

Depois que não foi mais possível obter na natureza esclarecimentos minuciosos para solucionar questão de máxima importância para nós, comecei a criar formigas na prisão. Primeiramente prendí algumas operárias de *Acromyrmex disciger* e, de outra feita, operárias de *A. subterraneus* v. *brunneus,* em um grande cristalizador de vidro, dando-lhes fôlhas das plantas que cortavam de preferência. Não tocavam nas fôlhas. Após 2 ou 3 dias as formigas estavam mortas. Quando lhes dava umidade suficiente, por meio de uma camada de areia úmida, viviam de 8 a 14 dias. Sempre verifiquei a veracidade da asserção de Forel, que a umidade suficiente é uma das condições essenciais à vida. Em um único caso, dentre muitos, as formigas começaram a cortar fôlhas de roseira e pelargônias, que lhes foram dadas. Os pedaços cortados eram abandonados intactos e as formigas mesmas morreram após 8 a 14 dias. Torna-se evidente que as formigas nunca se servem das fôlhas cortadas como alimento, mesmo no caso de extrema necessidade.

A experiência seguinte realizei inúmeras vêzes em tôdas as estações do ano, tôdas as vêzes que trazia parte de cultura de fungo para casa, para estudos. Colocava o conteúdo do ninho, isto é, partes da cultura de fungo com as formigas que nelas se encontravam junto com terra, pedacinhos de fôlhas e ramos que inevitavelmente a elas se misturavam, em um cristalizador coberto com uma tampa de vidro. A cultura fofa naturalmente desfaz-se em fragmentos. Logo depois que a massa é introduzida no cristalizador as formigas começam a reconstrução regular da cultura. Durante êste serviço, as partículas de terra, por menores que sejam, e tudo aquilo que não faça parte da cultura do fungo é colhido e

pôsto de lado. Nos cristalizadores êste material é amontoado junto às paredes, na forma de uma camada delgada, opaca, juxtaposta ao vidro. As formigas têm por alvo subtrair sua cultura da luz, por meio desta camada. Isto sempre procuram fazer. Provendo-se o viveiro em que são colocadas com um lugar escuro, sempre iniciarão a cultura nesse lugar. A reconstrução da cultura foi sempre feita, o mais tardar, após 12 horas. Tôda a massa amontoada se transforma de novo naquele labirinto esponjoso, cheio de cavidades, que observámos nos ninhos. As formigas se distribuem nestas cavernas e sòmente poucas se movimentam fora da cultura. Abandonando-se as formigas a sí mesmas, observa-se como no decurso dos dias continuam a reforçar as paredes da cultura enquanto o volume desta diminue; com facilidade observa-se que partes da cultura esgotadas pelo fungo não produzem mais couve-rábanos. Aquelas são retiradas pelas formigas e transportadas para junto do material estéril, apenas empregado na construção da parte protetora da camada. Conforme a quantidade da esponja empregada durante a experiência, e de acôrdo com a relação mais ou menos favorável entre o número de formigas e a quantidade de cultura, vê-se, após um tempo variável, a cultura de fungos diminuir. Desaparece de todo, enquanto a parede protetora é reforçada à custa dela. Finalmente as formigas passeiam em volta das cavernas vazias de fungo. A partir dêste momento, vivem ainda de 8 a 14 dias, passados os quais, morrem. Raramente se encontram formigas mortas enquanto ainda houver resto da cultura.

Se bem que por estas observações se torne evidente que o fungo alimenta as formigas, nunca foi possível observá-las comendo.

A 5 de fevereiro de 1891 prendí um número limitado de formigas em um cristalizador, cujo fundo cobrí com uma camada de areia úmida de 2 dedos de espessura, afim de assegurar a umidade necessária. As formigas, como pude observar em outras ocasiões, cavaram galerias subterrâneas na areia, espalhando as partículas retiradas, de uma maneira irregular. Não tocavam em nenhuma das fôlhas frescas de roseira que lhes foram dadas. Deixei as formigas passar fome durante 5 dias. A 10 de fevereiro tôdas as formigas se encontravam sob a areia. As fôlhas estavam intactas. Retirei de um outro ninho um pouco de cultura, removendo, por meio de uma pinça, tôdas as formigas nela ocultas. Os frag-

mentos assim limpos, trazendo couve-rábano em grande quantidade, coloquei-os sôbre a fôlha da roseira, mais no alto. Em seguida apanhei com a pinça uma das formigas ocultas nas galerias, colocando-a sôbre a cultura introduzida. A formiga correu imediatamente para baixo e, após pouco tempo, grande número de outras subiu procurando a cultura por entre as fôlhas de roseira. Finalmente acharam a cultura de fungo. Eu havia colocado o fungo num lugar tão elevado que era fácil aproximar-me com uma lupa de forte aumento. Pude observar, então, como comiam. A formiga agarra com a mandíbula um montinho de couve-rábano, arrancando-o. Dispende pouca energia nisto, conforme já vimos. Agora emprega as patas dianteiras. Entre estas e as mandíbulas pouco abertas, o alimento é virado e comprimido de todos os lados; enquanto come, as partes da bôca picam, sugam e engolem os montinhos de couve-rábano, sem deixar resto. Durante o repasto, as pontas das antenas se põem em contacto constante com o alimento, apalpando-o.

Afim de averiguar se as formigas sabiam distinguir êste seu alimento de outros semelhantes, se aceitariam ou não couve-rábano de ninhos de espécies afins, realizei diversas e repetidas experiências de alimentação. Antes de dar uma informação a êste respeito devo, no entanto, dizer alguma coisa sôbre o andamento da pesquisa.

Além das espécies do gênero *Acromyrmex,* achei ainda algumas outras espécies dos gêneros *Apterostigma* e *Cyphomyrmex,* não cortadoras de fôlhas, mas cultivadoras e comedoras de fungo. As espécies de *Apterostigma,* chamadas «formigas peludas», cultivam fungo diferente daquele das formigas carregadeiras. Da mesma forma, o fungo das espécies de *Cyphomyrmex,* «formigas corcundas», é um tanto diferente dos dois gêneros anteriores.

As couves-rábanos dos ninhos das diversas espécies de *Acromyrmex* são sempre as mesmas, conforme já foi dito atrás. Em primeiro lugar seria interessante saber se as formigas reconhecem ou não diferenças entre seu alimento e aquele de outras espécies afins. Nas experiências sempre coloquei apenas de 1 a 3 formigas em uma cápsula de alguns centímetros de diâmetro, em cujo fundo havia um pouco de areia úmida, oferecendo-lhes as couves-rábanos retiradas dos ninhos correspondentes, com a ponta de um fio de platina. Nunca conseguí que uma formiga, apenas tirada do ninho e, portanto, sem fome, aceitasse o alimento. Uma formiga carre-

gadora repentinamente presa fica furiosa. Operárias maiores atacam com raiva a agulha de platina. Teimam sempre em se comportar assim. Sòmente a fome faz com que elas fiquem mansas. No entanto, comportam-se individualmente de vários modos. Enquanto muitas delas, já no segundo dia de prisão, comem quasi que da mão, outras sòmente após 5, 8 e mesmo 14 dias, isto é, pouco tempo antes da morte pela fome, sujeitam-se a isto. O mais difícil era fazer com que as grandes operárias de *subterraneus* e var. *brunneus* comessem. As nossas tentativas foram bem sucedidas, após pacientes trabalhos.

Uma operária de *A. disciger*, presa em 26 de agôsto de 1891, regeitou a 28, repetidamente, couve-rábano de *Apterostigma*, aceitando em seguida, sem hesitação, aquela proveniente de seu próprio ninho. Uma operária de *A. disciger*, presa a 4 de setembro, não aceitou alimento de espécie alguma no dia 6, após tocá-lo com suas antenas. No dia 11 aceitou couve-rábano retirada do ninho de sua espécie. No dia 17, isto é, após 6 dias sem comer, regeitou o fungo de *Apterostigma*, assim como couve-rábano de ninhos de *Cyphomyrmex*, aceitando, porém, logo em seguida, couve-rábano retirada de ninho de *A. subterraneus* v. *brunneus*. A 25 regeitou novamente o fungo de *Apterostigma*, aceitando em seguida o próprio. Sömente em 3 de outubro morreu, devido a minha culpa, por falta de umidade. Uma *A. disciger*, presa em 22 de março de 1892, regeitou no dia 29 o fungo de *Cyphomyrmex*, bem como diversas cabeças de conídias de fungo de bolor disponíveis («Schimmelconidienköpfe»), para aceitar, a seguir, couve-rábano de seu ninho.

Em 19 de abril de 1892 alimentei *A. disciger* com couve-rábano do ninho de *A. subterraneus*.

No mesmo dia também alimentei *A. subterraneus* v. *brunneus* com couve-rábano cultivada pela *A. subterraneus*.

Em seguida alimentei uma das maiores operárias de *A. subterraneus* v. *brunneus*, que havia passado fome durante 6 dias, com pedacinho de fungo do ninho de *A. subterraneus*. Pude observar como ela picava a couve-rábano, ao comer, e, além disso, como consumia as hifas salientes do fungo.

Em 26 de abril de 1892 alimentei *A. subterraneus* v. *brunneus* com o produto das culturas de *A. disciger*.

Em 23 de fevereiro de 1892 *A. subterraneus* regeitou, depois de longa fome, couve-rábano de *Cyphomyrmex*, aceitando as que foram retiradas do ninho de *A. subterraneus* v. *brunneus*. Em 25 de abril de 1892 alimentei, finalmente, *A. subterraneus* com couve-rábano de *A. disciger*.

Êstes dados certamente bastarão. Poderia ampliá-los com auxílio dos meus apontamentos. Realizei tais experiências muitas vêzes, mais do que talvez fôsse necessário, pelo prazer que me causava essa alimentação «micológica». Em todo caso, convencia-me através de observações contínuas, feitas com

auxílio da lupa, que a couve-rábano era devorada sem deixar resto.

Animado pelo comportamento favorável das formigas na prisão, realizei muitas experiências incitando-as a cortar e a fazer culturas, isto é, à instalação de novas culturas com as fôlhas cortadas. Inicialmente não tive êxito algum. Observei frequentemente que as formigas cortavam as fôlhas introduzidas nos cristalizadores. Também constatei que lhes adicionavam partículas novas. Mas isto sucedeu na maioria das vêzes em lugares tais que não eram acessíveis à lupa, ou em ocasiões em que não observava, ou então, quando estavam preenchidas estas duas condições, eu perturbava as operárias pela observação atravez da lupa e ainda mais pelo meu hábito. O Snr. Prof. Forel já mencionou que as formigas são muito sensíveis ao hálito. Sempre pude confirmar esta observação. Creio poder afirmar que as formigas não se deixam perturbar facilmente quando estão trabalhando, nem quando estão comendo e muito menos quando estão com fome.

Após seguidas modificações dos processos de observação, cheguei finalmente ao ponto de poder examinar com a lupa o método normal de construção do ninho entre as diversas espécies de *Acromyrmex*. O processo mais conveniente para alcançar êste objetivo foi o seguinte: tomei um cristalizador não muito largo (cêrca de 12 cms. de diâmetro); enchí-o até a metade com areia úmida, abrindo no centro uma cova, enquanto ao redor fazia com que a areia alcançasse quasi o bordo superior, formando assim uma parede protetora. Cobria o cristalizador com uma tampa de vidro bem limpa. Em seguida introduzia tanta cultura de fungo com as respectivas formigas que, quando a cultura estava completamente construída, as partes superiores se encontravam a pouca distância do vidro de cobertura, permitindo assim uma observação exata por meio de uma lupa colocada sôbre o vidro. As fôlhas destinadas ao corte, colocava-as de lado. Quando o cristalizador era mantido em lugar escuro, as formigas começavam, como sempre, a construir a horta de fungo, continuando neste trabalho ininterruptamente. Não sou capaz de fazer afirmações decisivas sôbre que condições as formigas podem ser levadas a construir a horta quando em cativeiro. Sòmente sei que isto não sucede quando existirem formigas em número demasiado, em desproporção à quantidade disponível do fungo. Neste caso a cultura é rapidamente devorada.

O tratamento dos pedaços de fôlhas é o mesmo para

tôdas as espécies de *Acromyrmex* observadas. A descrição seguinte vale, portanto, para tôdas. A formiga corta ao meio o pedaço de fôlha recolhida, ocupando, em seguida, apenas uma das metades. Corta novamente um pedaço desta e, assim, por diante. Quando o pedaço de fôlha alcança tamanho tal que possa ser virado entre as patas dianteiras auxiliadas pelas mandíbulas, ela o apalpa de todos os lados, virando-o em todos os sentidos. (Seria para conhecer-lhe a forma?) Em seguida corta um pedaço ainda menor, prosseguindo nesta operação até que o pedaço restante tenha o tamanho pouco maior que a sua cabeça. Os pedaços cortados são apanhados por outras operárias e tratados de igual maneira. Agora a formiga toma o menor pedaço entre as patas dianteiras de tal modo que a quina fique voltada para a bôca. Pica-o com as mandíbulas em tôda a volta e bem junto, sem jamais aparar a fôlha. O pedacinho assim mostra em todo o seu bordo, quando observado sob uma boa lupa, sinais dirigidos em direção radial. Também na superfície o pedacinho de fôlha é arranhado com as pontas da mandíbula e igualmente ferido. Com êsse tratamento, torna-se logo mole. A formiga comprime-o com as patas. Agarrando novamente com as mandíbulas a pequena bola assim formada, amassa-a melhor. As mandíbulas se abrem. As patas dão à bolinha outra posição e amassam-na de novo. Este trabalho é feito com grande atenção e muito cuidado. Observei por diversas vêzes que as formigas dispendem bem 1/4 de hora na preparação de uma tal bolinha. Quando esta estiver finalmente bem trabalhada, bem mole, a formiga toma-a entre as mandíbulas, procurando, nas culturas em construção, um lugar apropriado em que ela será introduzida. Uma vez observei como, havendo encontrado um tal lugar, a formiga, com um movimento da cabeça e ao mesmo tempo abrindo a mandíbula, introduzia a pelotinha exercendo ainda uma pressão com as patas dianteiras; em um outro caso, colocando a pelota em uma fenda de um dique circular apenas iniciado, agarrou-a em seguida com as patas, ajeitou-a e comprimiu-a para dentro da fenda, tal e qual procede o pedreiro quando coloca o último tijolo de uma camada a terminar. Durante todo êsse trabalho, bem como durante a refeição as antenas se encontram em contínua atividade, apalpando o pedacinho de fôlha.

A facilidade com que o micélio do fungo penetra no meio nutritivo tão cuidadosamente preparado é digna de nota.

Pedacinhos de fôlhas introduzidos de manhã já estavam, à tarde, completamente atravessados pelas hifas.

Uma única vez, e para o caso de *Acromyrmex coronatus* subsp. *mölleri*, observei a construção da cultura de fungos sôbre um prato completamente limpo. Havia pôsto o conteúdo dum ninho sôbre um prato de fôlha cercado em tôda a volta por um sulco de mais ou menos 2 cms. de largura e 1 cm. de profundidade, contendo água e um pouco de petróleo. Tais pratos empreguei sempre com vantagem quando queria pesquisar o conteúdo de ninhos de formigas, sem que estivesse exposto ao incômodo de as formigas correrem pelo quarto todo. No prato havia um pouco de terra e folhagens. Esperava que as formigas ajuntassem, como de costume, os fragmentos para reconstruir a cultura sob a proteção destas fôlhas. No entanto, encontrei as formigas no dia seguinte ocupadas no espaço livre do prato. Haviam juntado os destroços da cultura e já tinham começado a cortar fôlhas de roseiras que eu lhes havia dado afim de aumentar o ninho. Durante 3 dias e 3 noites permaneceram elas em viva atividade e nunca pude observar o trabalho mais nitidamente do que desta vez. No quarto dia fotografei a cultura nova que haviam formado no prato; o seu contorno está nitidamente representado na figura (Estampa IV b). Apenas as pequenas câmaras inferiores provêm da cultura de fungos primitiva; todo o restante foi construído dentro de 3 dias, sob nossas vistas.

Belt suspeitou que fossem as menores formigas as que se ocupavam com o trabalho da trituração das cargas introduzidas e da construção da cultura. Êste é o único ponto em que, acredito, preciso discordar do grande observador. Em todos os casos por mim observados as operárias de tamanho médio eram as construtoras. Se bem que esta observação não exclua a possibilidade de menores formigas iniciarem a cultura, outras observações fazem com que ainda permaneçam dúvidas. A espessura de uma fôlha de pessegueiro cortada era igual a 210 micra. O comprimento do bordo afiado das mandíbulas das menores operárias era mais ou menos o mesmo. Sabendo que as pontas das mandíbulas penetram através da fôlha, cruzando-se doutro lado, a formiga apenas poderia fazer êsse trabalho dispendendo grande esfôrço. Além disso, há nervuras nas fôlhas, onde se tornam necessários cortes de dupla profundidade. Muitas fôlhas empregadas na edificação das culturas são consideravelmente mais espêssas do

que as fôlhas do pessegueiro. Nem as menores pelotinhas das que compõem a cultura correspondem ao tamanho das menores operárias. Um pedaço de fôlha do tamanho do manipulado pelas operárias médias não poderia ser trabalhado e amassado pelas formigas pequenas.

Para as menores operárias resta, além do trato da prole, que certamente é feito por elas, uma atividade muito importante e indispensável para o crescimento das culturas de fungo. Apesar do seu grande número devem estar inteiramente ocupadas neste serviço. Refiro-me ao asseio das culturas.

Quem já experimentou retirar partes de fungos, talvez bocados de micélios, ou mesmo conídias, tais como ocorrem *in natura*, para transportá-los a soluções nutritivas artificiais, conhece o grande perigo ao qual estão sujeitas tais manipulações. Na maioria das vêzes é quasi impossível obter dêste modo culturas puras. Bactérias e esporos de outros organismos frequentemente liquidam em pouco tempo (9/10 dos casos) com o fungo cuja cultura se almeja.

Com o fim de estudar as culturas dos fungos provenientes dos diversos ninhos de formigas, extraí em diversas épocas do ano aglomerados de couve-rábano com uma agulha esterilizada, transportando-os para a solução nutritiva. O número de culturas feitas dêste modo foi além de 200; e com poucas exceções estas culturas permaneceram completamente puras. Nenhuma bactéria, nenhum micélio estranho apareceu nas culturas do fungo cultivado pelas formigas. Isto pareceu-me ser um fato admirável e digno de nota. E' uma prova evidente e indiscutível da pureza extraordinária em que as formigas conservam suas culturas, uma pureza tanto mais admirável quando tomarmos em consideração o desenvolvimento da cultura, e quando se admitir a atividade constante das menores operárias no sentido supracitado.

Imagine-se a distância vencida por uma formiga transportando, na floresta, a carga até chegar ao ninho; inúmeras vêzes o fardo entra em contacto com os restos vegetais e animais espalhados pelo chão. Conforme já me convencí, aquí em Blumenau é absolutamente impossível levantar uma fôlha ou pedaço de ramo do solo nos quais não fôsse possível demonstrar fungos. Não há dúvida, portanto, que constantemente um número ilimitado de esporos e micélios de tôda espécie, e entre êstes os das formas mais vulgares de bolor, penetrem na cultura de fungo. Para o seu desenvolvimento não se pode imaginar lugar mais favorável do que a horta. Esta oferece

umidade sempre regular, proteção contra raios de luz exsicantes e correntes de ar, e uma grande quantidade de substâncias nutritivas. Seria inevitável que tôda a massa do ninho se transformasse em uma trama impenetrável de micélios estranhos, se as formigas pequenas não obstassem isso pela sua atividade contínua.

Na realidade esta atividade alcança inteiramente o fim a que almejam. Retirem-se partes arbitrárias de uma cultura de fungo, levando-as sob o microscópio. Sempre se encontrarão as mesmas hifas que produzem as couves-rábanos. Nunca encontrei qualquer forma de conídias estranhas nem sequer os mais leves traços de outros micélios entre as hifas formadoras da couve-rábano.

Êste trabalho de limpeza da cultura, que na sua execução se subtrái à observação imediata, apenas poderá ser realizado de maneira eficaz pelas pequenas formigas. Mesmo que as maiores participassem dêsse trabalho, os ângulos estreitos apenas são acessíveis às minúsculas operárias. Experimentando-se separar tôdas as formigas de um pedaço de cultura de fungo, será fácil de se convencer da imensa quantidade de pequenas operárias que se encontram ocultas nas diminutas cavernas, achando-se, às vêzes, quasi que envoltas pela massa de micélio.

6. Desenvolvimento do fungo das culturas depois de removidas as formigas: as conídias, os "fios de pérola" e os "rizomorfos". Resultado das culturas artificiais do fungo.

Através de nossas observações até agora feitas ficou resolvido o problema suscitado por Th. Belt sôbre o uso feito pelas formigas das fôlhas recolhidas, e as relações existentes entre as formigas e o micélio de fungo encontrado em seus ninhos; e, depois que a opinião daquele observador, que escolhí como lema dêste trabalho, se demonstrou exata, naturalmente surgiu a questão se seria possível conseguir maiores detalhes, por via de pesquisas puramente micológicas, sôbre a natureza daquele fungo formador de couve-rábano, sôbre as suas formas eventuais de frutificação e, por conseguinte, sôbre a sua sistemática.

Uma vez que as culturas eram, conforme reconhecemos,

puras e viçosas, que não iam além do seu desenvolvimento micelial e da produção de couve-rábano quando cuidadosamente tratadas pelas formigas, nada era mais natural do que retirar delas as formigas e observar o que se desenvolveria sob condições apropriadas de umidade e calor na massa de micélio.

O primeiro ensaio neste sentido realizei, já em novembro de 1890. Colocava simplesmente, sob observância do maior asseio possível de todos os instrumentos empregados, a cultura de fungo sôbre pratos rodeados com fosso de querozene, já descritos; em seguida retirava com a pinça as formigas que corriam em todos os sentidos e colocava aquelas partes da cultura livres de seus habitantes em um cristalizador limpo. As frações escolhidas da cultura conservavam, apesar do tratamento descrito, uma certa consistência. Representando flocos e pelotas de diversos tamanhos e de formas completamente irregulares, formavam no cristalizador, quando juntos, um amontoado fofo, cheio de espaços vazios. O cristalizador, anteriormente lavado com água, não era enxuto. Coberto com uma tampa de vidro, era mantido em lugar escuro. Os mesmos ensaios realizei, com poucas modificações, desde dezembro de 1890 até setembro de 1892, durante todos os mêses do ano, obtendo resultados idênticos em 36 tentativas, empregando para isso material de *Acromyrmex* (23 de *A. disciger*, 9 de *A. subterraneus* v. *brunneus*, 3 de *A. subterraneus*, 1 de *A. coronatus* subsp. *mölleri*). As pequenas diferenças observadas no desenvolvimento de casos especiais serão consisideradas mais tarde. Observemos, primeiramente, o andamento do ensino que decorre, na maioria dos casos, de uma maneira regular, podendo ser até considerado como o andamento decisivo.

Após 24 horas observámos na cultura um delicado crescimento formado pelos filamentos aéreos do micélio que se elevam regularmente em tôda parte. Basta desmanchar uma porção qualquer do crescimento sob microscópio, para se convencer de que os filamentos que se elevam são prolongamentos imediatos das hifas formadoras de couve-rábano e que crescem em tôdas as partes da cultura. Após 2 dias observámos que os filamentos aéreos mais desenvolvidos alcançavam uma altura de 2 cms. e mais. Formam agora um emaranhado muito tenro e transparente, apresentando em certos lugares gotinhas de água excretada cobrindo todo o material exposto de uma maneira regular. As hifas têm uma tendência acentuada para

se afastar da luz. Examinando-as ao microscópio observamos, em geral, um aumento de espessura, atingindo às vêzes até 12 micra de diâmetro. No entanto, a espessura varia entre largos limites. Estão cheias de protoplasma granulado, ricos em vacúolos. Anastomosam-se frequentemente em todos os sentidos.

À medida que o micélio aéreo se expande, as cabeças de couve-rábano situadas no meio de cultura tornam-se menos nítidas. Perdem mais e mais o seu conteúdo protoplásmico, que passa dos intumescimentos clavulados e esféricos para o micélio, murchando finalmente. No decurso do terceiro dia, o desenvolvimento do micélio aéreo atinge a uma altura, a um vigor tanto maior quanto maior for a massa de cultura do fungo. Os fios entrelaçam-se mais e mais, formando um emaranhado de hifas brancas, opacas, e em certos casos pelotas do tamanho de um punho, os quais tornam a cultura original, isto é, os seus fragmentos completamente invisíveis. Já neste estado observam-se, fixando a vista em algumas porções do micélio, pequenos pontos que se tornam evidentes pela sua côr branca pura. Êstes pontos constituem os primeiros indícios das conídias que se formam em tôda a massa de micélio.

A formação das conídias se processa da seguinte maneira: Duma hifa parte perpendicularmente um ramo lateral. Êste se diferencia da hifa pelo seu crescimento rápido e pela textura de suas paredes. O ramo lateral, enquanto cresce, dá origem a novas ramificações secundárias que, por sua vez, nascem dos lados, perpendicularmente, e de modo irregular como aspas de uma batedeira. Êstes ramos secundários, crescendo, dão origem a outros semelhantes aos primeiros (fig. 9, Est. V). Tôdas as extremidades dos ramos se caracterizam pela posição perpendicular de suas partes, intumescem-se levemente, adquirindo a forma de clavas alongadas, como demonstra a figura. No geral, trazem um septo à base. A seguir, tôda a superfície das clavas se cobre de pequenas saliências arredondadas. Estas se alongam, transformando-se em filíades. Quando a filíade atingir 8 micra de comprimento, intumesce, dando origem a uma conídia esférica de 2 micra de diâmetro (fig. 10). Irregularidades na formação de conídias ocorrem quando nas saliências da clava se formarem novas saliências, e quando estas últimas derem origem às filíades.

As filíades não se limitam à superfície das clavas. Às vêzes cobrem, em curtos trechos, os ramos que as sustentam (fig. 10). Cada filíade produz, por estrangulamento, uma co-

nídia. Há grande semelhança destas com as de *Tomentella flava*, representadas por Brefeld (ver Brefeld: «Untersuchungen etc.» vol. 8, est. 1, fig. 11), com a diferença de que no caso de *Tomentella flava* as filíades nascem na própria clava, enquanto no caso do nosso fungo provêm de uma saliência basal. As filíades não estão completamente formadas quando atingem êsse estado. Sob a primeira conídia formada nasce uma segunda, uma terceira, etc. Tôda a clava se cobre de cadeias de conídias semelhantes às de *Aspergillus*. O número de conídias formadas em uma cadeia é limitado. Não excede em regra a 10.

Se no terceiro dia apareciam conidióforos como acabam de ser descritos, só e muito isoladamente na densa massa de hifas, já no quarto dia os encontramos distribuídos por tôda a massa, a qual toma, em consequência disso, uma aparência ainda mais densa, mais branca. No quinto dia nota-se o início da desorganização da massa, devido ao fato de entrarem em colapso os filamentos que partiam primitivamente do meio nutritivo e nos quais se formaram lateralmente as conídias. Ao mesmo tempo aparece em tôda a massa das conídias uma coloração amarelo-clara, que passa no sexto dia a pardo-suja. A côr provém exclusivamente das conídias destacadas, as quais, sendo inicialmente brancas, desbotam ainda enquanto estiverem assentadas em seus conidióforos. No sétimo dia finalmente, tôda a massa, agora em franco colapso, se mostra formada de aglomerados de conídias pardas, entre as quais se encontram apenas restos murchos de micélio.

Mais cedo ou mais tarde, às vêzes já no terceiro dia, em outros casos apenas quando a massa de conídias estiver quasi em decadência, encontram-se, quando se procurar atentamente, distribuídos irregularmente entre os filamentos comuns, alguns que se mostram cobertos de modo típico, em todo o seu percurso, de pequenas esferas semelhantes a pérolas (figs. 11, 14, 15 e 17). Estes filamentos partem das hifas comuns e seu aparecimento irregular não basta para explicar sua origem. As pérolas não são excreções. São sacos formados pelo micélio. De maneira alguma são idênticas àquelas formações semelhantes observadas no micélio de culturas artificiais de *Schizophyllum lobatum*, descritas por Brefeld (veja-se Brefeld: «Untersuchungen», vol. 8, estampa 3, fig. 12), e que foram observadas em minhas culturas do *Schizophyllum commune*, muito vulgar aquí em Blumenau, assim como nos provenientes de Java e que foram pesquisados em Münster i.

W. As pérolas estão cheias do mesmo protoplasma que o micélio de que derivam. Quando as pérolas são examinadas sob o forte aumento do microscópio, mostram-se cheias do mesmo protoplasma do micélio e com êste se acham em estreita ligação.

Pesquisando-se mais detalhadamente, observar-se-á logo, ligada aos fios de pérola, uma segunda forma de conídias. Estas, quando comparadas às acima descritas, apresentam ligeira semelhança. Contudo, exibem diferenças curiosas e constantes (fig. 11 e 17). Não nascem de conidióforos ramificados, mas nas extremidades de filamentos não diferenciados. Frequentemente originam-se dos fios de pérola, como representamos nas figuras 11 e 17, mas podem formar-se nas hifas comuns, completamente lisas (fig. 21). As pontas dos filamentos não intumescem em forma de clava, mas tomam conformações semelhantes a cabeças, dando origem a intumescências não esféricas mas em forma de garrafa, que terminam, como nos casos anteriores, em ponta capilar. A alguma distância abaixo da extremidade do filamento intumescido forma-se uma segunda dilatação esférica que traz, como a terminal, os mesmos conidióforos. Nunca observei septos no interior dos conidióforos. De regra, há um septo na base do conidióforo, à pequena distância da hifa. Na ponta das filíades, em forma de garrafa, e cujo número é bem inferior àquelas da forma precedente, destacam-se longas cadeias de pequenas conídias alongadas (fig. 11). Esta forma de conídias, a que denomino, por brevidade, apenas de «fraca», em oposição à «forte», nunca ocorre em escala tão grande, passando, por conseguinte, facilmente despercebida. Nunca as conídias se colorem de marron. Embora o número de filíades, numa dilatação e na imediatamente abaixo, seja consideravelmente menor do que o formado em uma clava da forma «forte», em compensação a cadeia em cada filíade é muito mais longa. A filíade, incluindo a sua ponta, alcança o comprimento de 15 a 20 micra contra 8 na forma «forte». Se neste caso 10 conídias em uma cadeia formam uma exceção, encontramos, em culturas mais ou menos desenvolvidas da forma «fraca», cadeias com mais de 20 conídias. As conídias variam em tamanho, conforme indicamos na figura 17. Isto é devido ao fato de que as conídias, uma vez maduras, crescem, indicando o início da germinação, da qual dentro em pouco falaremos. — Os conidióforos pódem mostrar, em casos excepcionais, formas diferentes, e neste caso a semelhança com

a forma «forte» se impõe de uma maneira mais nítida (fig. 21).

As estruturas que ocorrem com regularidade nas culturas de fungo das espécies de *Acromyrmex* (culturas isentas de formigas) não terminaram ainda. Mais cedo ou mais tarde, com o aparecimento das conídias «fortes», em outros casos com a decadência das mesmas, surgem, rentes sôbre o substrato, atravessando-o mesmo, às vêzes subindo pelas paredes dos cristalizadores, espessos «rizomorfos» brancos, que atingem nos casos de cultura vigorosa a espessura de 1 milímetro. Êstes se irradiam e se ramificam em diversas direções. Reproduzem em suas linhas gerais a imagem que se tem ao examinar o micélio formado de hifas simples crescendo em solução nutritiva. O exame microscópico dos rizomorfos mostra não serem êles formados de hifas lisas, e sim de segmentos entrelaçados, aglomerados, curiosamente intumescidos (fig. 12 e 18), que crescem por brotamento. A formação dos rizomorfos é a seguinte: pequênas saliências aparecem, lateralmente, em diversos lugares, numa série de hifas. Essas saliências se transformam em células ou segmentos cheios de protoplasma, ricos em vacúolos; assemelham-se às células de couve-rábano, não sendo pedunculadas como estas. Tais saliências nem sempre são esféricas, e sim mais ou menos alongadas, clavuladas. Na figura 12 representamos tais estruturas, indicando como provêm das hifas cilíndricas, lisas do micélio. As intumescências brotam como se fossem células de fermento, dando origem a uma segunda intumescência, a uma terceira, e assim por diante. Como brotam em vários lugares, formam emaranhados densos — os rizomorfos. As hifas produtoras de rizomorfos persistem na formação dêstes. Apenas crescem, já começam a produzir novas saliências. No entanto, em pontos ao longo dos rizomorfos nascem hifas de parede lisa e de diâmetro normal.

Examinando-se os rizomorfos mais detalhadamente sob o microscópio, vêem-se, ao lado das hifas comuns, fios de pérola que se originam dos cordões rizomorfos. A forma «fraca» de conídias se encontra, pois, em relação imediata com tais rizomorfos. Os fios de pérola não sô nascem mas ocorrem às vêzes nos próprios rizomorfos.

Na figura 18 reproduzimos segmentos de rizomorfos recobertos de pérolas. Observando-se a figura minuciosamente, verifica-se que as pérolas se originam de modo idêntico aos segmentos dos rizomorfos. Diferem dêstes apenas pelo seu pequeno tamanho, pela forma sempre constante e pelo fato

de não serem passíveis de brotamento. E' sempre possível de se observarem casos em que o micélio está prestes a formar rizomorfos. Nestes estados de transição, o micélio exibe pérolas e intumescências rizomorfas, bem como uma série de formas intermediárias imagináveis. O característico essencial das pérolas é que, quando atingem seu desenvolvimento completo, permanecem dum mesmo e só tamanho. Jamais continuam seu desenvolvimento.

De acôrdo com isto, as pérolas seriam idênticas aos rizomorfos sob o ponto de vista de origem. Contudo, acho, para estas estruturas, uma segunda interpretação que reputo perfeitamente justificável. Na figura 10 mostrei como os conidióforos, em regra fixos às clavas da forma «forte» de conídias, às vêzes derivam das porções não diferenciadas do micélio. Há semelhança absoluta entre conidióforos antes da produção das conídias e as pérolas. Donde somos levados a supor que as pérolas não passam de conidióforos cujo crescimento distal foi sustado. Deve-se imaginar também que os conidióforos formados irregularmente sôbre a superfície do micélio se tivessem deslocado para a extremidade dêste. O micélio, espessando-se para conter maior número de conidióforos, deu origem às clavas. As clavas se tornaram estruturas definidas a partir do momento em que se formou um septo na sua base. Êsse septo às vêzes está ausente.

A relação existente entre os rizomórfos frequentemente portadores de pérolas, os fios de pérolas e o micélio portador da forma «fraca» de conídias é fácil de ser demonstrada. Muito mais difícil, e apenas em raros casos, consegue-se provar a relação que existe entre os segmentos rizomórfos e a forma «forte» de conídias. As observações reproduzidas pelas figuras 13, 14 e 14a fornecem esta prova. Estas figuras esclarecem a raridade e dificuldade desta observação. Uma hifa que inicia a produção da forma «forte» de conídias, conforme pude observar, nunca dá origem à forma «fraca», rizomórfos ou fios de pérola. Mas também, para trás, ela se diferencia destas últimas estruturas das quais se originou. Nos casos observados, sempre encontrei ao longo das hifas uma porção mais ou menos longa, vazia, cujas paredes pareciam desintegradas pela falta do protoplasma. Ver *x* na figura 13. A porção foi assinalada de modo especial na figura 14, pelo desenho individual 14a. Como em muitos esporos em germinação (Auricularia, Entomophthoraceae), o protoplasma passa para a extremidade do tubo em crescimento,

permanecendo o tubo vazio para trás, assim no caso presente tem-se a impressão de que do micélio provido de fios de pérola e conídias fracas se origine um novo micélio, capaz de formar conídias fortes; o protoplasma modificado em sua estrutura molecular se desligaria do plasma primitivo, estranho, para em seguida produzir unicamente a forma forte de conídias. As porções vazias desaparecem logo. Esta circunstância, aliada ao estreito entrelaçamento das hifas, dificulta a observação segura da relação representada nas figuras 13 e 14.

Pesquisei culturas de fungo, isentas de formigas, de 36 ninhos diferentes das espécies de *Acromyrmex*, conforme mencionei no início dêste capítulo do meu trabalho. E, sob o ponto de vista micológico, achei que eram idênticas. Contudo, no decurso destas pesquisas, que se estenderam por mais de um ano e meio, vim a achar alguns desvios notáveis, se bem que secundários sob o ponto de vista micológico.

Às vêzes é quasi impossível retirar tôdas as formigas das esponjas, principalmente as operárias minúsculas que nelas existem. São em número tão grande, e estão tão ocultas nos estreitos canais e cavernas, que muitas vêzes algumas passam despercebidas. Vimos como as formigas, quando presas com fragmentos de esponja, a reconstróem da maneira já conhecida, para manter provisão de alimento. Enquanto formigas estiverem em atividade na cultura de fungo, alí não ocorre, nem na circunvizinhança, o mínimo vestígio de um fungo estranho. Nem bolores, nem tampouco o próprio micélio de sua horta são capazes de produzir hifas aéreas ou conídias. Reconhecemos nestes fatos observados, isentos de exceções, a limpeza exercida pelas operárias minúsculas. Vimos a rapidez com que a cultura abandonada pelas operárias se desenvolve vegetativamente.

Se por um equívoco inevitável em alguns dos casos (não incluídos nos 36 supra mencionados) algumas operárias permaneciam nas culturas, o ensaio tomava um curso diferente muito instrutivo. A atividade das formigas, anteriormente não observadas, se denunciava após 12 horas. Quando em um cristalizador de 12 cms. de diâmetro a cultura de fungo havia sido amontoada numa espessura de 2 cms., encontrando-se nela umas 20 formigas ocultas, observava-se no dia seguinte que tôda a massa da cultura havia sido manipulada; não estava tôda reconstruída como de costume (como seria o caso dum número suficiente de carregadeiras), mas o trabalho havia sido feito mais ou menos, embora grosseiramente,

sob uma atividade febril. As poucas formigas se empenhavam ao menos em assemelhar a construção da grande massa ao aspecto da cultura completa. Em um ou dois lugares, na maioria das vêzes bem próximo ao bordo do cristalizador, algum material de folhas, parcialmente consumido pelo fungo, poderia ser visto em pequenos montes. Em todos os casos em que formigas haviam permanecido na cultura, a formação do micélio aéreo era retardada. Se bem que nunca pudesse observar, não havia nenhuma dúvida de que as hifas aéreas eram tosadas à medida que se formavam. Um número relativamente muito pequeno de operárias basta para reter completamente a formação de micélio aéreo. Se o número de operárias for muito pequeno, êste se forma aquí e alí sôbre a cultura. No denso emaranhado de hifas, as formigas não conseguem mover-se livremente. Cedem à floresta de fungos. A trama cresce com todo o vigor, depois de ganhar tento. E' um espetáculo curioso ver como as pobres formigas, ativas até o último momento, têm de fugir diante da sua própria planta cultivada. Se ainda existiam larvas e pupas isoladas, carregam-nas para salvá-las. O seu último local de refúgio são as paredes verticais do vidro nas quais sobem. Fixam-se finalmente em pequenos aglomerados, enquanto tôda a superfície da cultura é coberta pelas conídias formadas pelo fungo.

Havendo formigas em quantidade demasiada, o sucesso duma tal experiência pode falhar. Capazes de reter o crescimento do micélio aéreo, não poderão fiscalizar a sua cultura de modo eficiente. Encontrar-se-ão, de vez em quando, fungos estranhos à cultura, como, por exemplo, *Mucor mucedo* e principalmente *Rhizopus nigricans,* sem levar em conta *Penicillium* e espécies afins, indesejáveis nas culturas de fungos aquí como também na Alemanha. As experiências são tambem prejudicadas pelas temperaturas baixas. Não é raro que em Blumenau, de junho até agôsto, a temperatura caia durante a noite até 5°C. Quando a temperatura média do dia cai a 13°C., nota-se um considerável retardamento do desenvolvimento do micélio aéreo. A temperatura baixa parece ser menos prejudicial à forma «fraca» de conídias e aos rizomorfos do que à forma «forte». Aconteceu diversas vêzes que o micélio aéreo brotava durante o inverno, mas nêle a forma «forte» de conídias só era encontrada depois de longa procura, em lugares isolados, enquanto os rizomorfos com as conídias fracas e fios de pérola se formavam como de cos-

tume. A temperatura elevada de verão favorece a forma «forte» de conídias. Casos houve em que o seu desenvolvimento se processava em tal abundância e com tal vigor, em todo o espaço do cristalizador, que a nutrição existente foi gasta de todo, não aparecendo os rizomorfos com a segunda forma de conídias.

Além disso não é indiferente escolher a êsmo partes da cultura de fungo para estudos. Nas partes mais azul-cinza, superiores, recentemente construídas, o fungo se desenvolve mais rápidamente e mais frondosamente do que nas mais velhas, sugadas, de aparência avermelhada. Retirando-se material das partes mais idosas, no inverno, pode suceder que a formação de micélio não vá além dum pequeno início. Bactérias e diversos bolores (apenas decorrido um tempo mais longo do que o comumente necessário para o desenvolvimento do fungo da formiga) se instalavam na cultura, decompondo a massa. Registei dois insucessos dêstes. Os contaminantes encontrados eram sempre os ubiquitos destruidores de culturas. As conídias características do fungo das formigas nunca as encontrei, durante os dois anos decorridos de minha atividade neste país, em outro lugar senão em culturas de formigas. Examinava, com exceção de 6 semanas de interrupção, quasi que diariamente as culturas de fungo.

Devo mencionar ainda duas modificações do ensaio. Querendo evitar a escolha penosa das formigas, colocava tôda a massa de cultura, juntamente com as formigas que nela se encontravam, dentro de um vidro cuidadosamente limpo; comprimia a massa de modo tal que as formigas se podiam mover. Fechava em seguida o vaso, hermeticamente. Neste caso as formigas morrem após 36 horas. A massa comprimida toma uma coloração escura, decompondo-se rápidamente. Retirando-se a massa em tempo oportuno, isto é, antes que a decomposição esteja muito avançada e, a seguir, levando-a para uma câmara úmida, obtêm-se no verão, dentro de dois dias, a mesma forma «forte» de conídias, os rizomorfos, etc., como anteriormente.

O ensaio seguinte parece-me ser ainda mais importante. Dividia partes arbitráriamente retiradas de uma cultura de fungo em pequenos flocos, os menores talvez do tamanho de uma cabeça de alfinete, por meio de uma pinça. Colocava êstes flocozinhos sôbre papel de filtro úmido, conservando-os a pequena distância um dos outros. O papel de filtro era pôsto sôbre chapa de vidro em uma câmara úmida. De cada um dos

flocozinhos, por menores que fossem, brotavam os conhecidos filamentos aéreos passando logo a formar a forma «forte» de conídias. Os poucos nutrimentos disponíveis em regra não permitiam um desenvolvimento posterior. Contudo, os rizomorfos com a forma «fraca» de conídia chegavam a desenvolver-se quando os flocos não eram demasiadamente pequenos, isto é, cêrca de 1 cm. de diâmetro. Êste ensaio reforça os fatos anteriormente evidenciados pelo microscópio, a saber: as mesmas hifas que formam as couves-rábanos, atravessam o jardim até as menores partículas, excluindo tôda formação estranha de fungo.

Desde que trabalho com o fungo das formigas, e isto vai para 21 meses, estudei-o em culturas artificiais. Algumas dessas culturas eram objeto de minha observação constante. Os primeiros ensaios de cultura artificial foram realizados com conídias pardas, esféricas, da forma «forte». Estas germinam em solução nutritiva nunca antes do segundo dia depois do plantio. Muitas das conídias deixam de germinar. A conídia incha fortemente ao germinar. O seu diâmetro cresce de 2-8 micra. Produz apenas um tubo germinativo (fig. 16) de 8-10 micra de diâmetro. O tubo germinativo traz um protoplasma rico em vacúolos semelhantes aos do micélio aéreo nascido nas culturas de fungo colocadas nos cristalizadores. O desenvolvimento continua. A's vezes uma hifa de 8-10 micra de diâmetro se ramifica dando origem, repentinamente, a ramos laterais com apenas 3 micra de diâmetro, exatamente como acontece com o micélio aéreo na cultura do fungo. Anastomoses são frequentes. Quando um micélio houver crescido, através da gota de cultura, ocorrem, segundo a estação do ano (no verão já após 3, no inverno, às vêzes após 8 dias), hifas aéreas que repetem a forma «forte» de conídias em quantidade e exatamente da maneira como foi descrita. Frequentemente formam-se emaranhados de conídias nos bordos da gota de cultura, nas hifas que cobrem a superfície do vidro, mas nunca se formam conídias no líquido.

Um dos fatos mais notáveis é a variação da germinação das conídias. Retiradas do mesmo lugar, semeadas na mesma solução nutritiva e conservadas debaixo da mesma campânula podem variar muito na germinação. O que se segue é mais frequente que o processo acima descrito: logo depois que o tubo germinativo atinge certo comprimento tende a formar saliencias. Alguns ramos laterais dilatam-se, formando intumescências esféricas de diversos tamanhos; ao longo do mi-

célio tais ampolas também ocorrem. Duma intumescência brota uma segunda, uma terceira, exatamente como sucedeu nos rizomorfos que se formam no micélio aéreo. Em certos lugares as ampolas são grandes, permanecendo isoladas. Logo se formam, no entanto, emaranhados densos de sacos esféricos que brotam em tôdas as direções (fig. 20). Algumas esferas, maiores, simples, assemelham-se, a ponto de causar equívoco, às cabecinhas de couve-rábano. Outros emaranhados, compostos, lembram rizomorfos, se bem que nestes últimos, raras vêzes, predomine a forma de intumescências esféricas comparáveis às formadas aquí, em meio líquido. Ora hifas jovens são transformadas em seu percurso, formando séries de intumescências esféricas, ora as suas extremidades se transformam em aglomerados de bolas, espessos, semelhantes aos «Hexenbesen». As hifas apresentam assim aspecto curioso, disforme. A figura 20 representa apenas um pedacinho de hifa facil de ser desenhada, ocupando pouco espaço. Muitas estampas não bastariam para representar a multiplicidade das figuras descomunais que ocorrem nas culturas.

Pelos trabalhos do Prof. Brefeld sabe-se que estruturas semelhantes ocorrem (aliás, raras vêzes em tal volume) em micélios dos mais variados fungos, sob a ação de bactérias como sintomas de moléstia. No caso presente, as intumescências se formam em culturas completamente puras. Estão repletas de protoplasma rico em vacúolos e já a um exame superficial a hipótese de moléstia é eliminada por completo. Além disso, o micélio não cessa seu desenvolvimento, ao produzir tais intumescências. Sem estar sob ação exterior nenhuma, em um meio nutritivo rico, o micélio pode parar repentinamente de produzir tais intumescências, formando hifas aéreas lisas, comuns, e conídias, como as hifas primitivas simples. Desde o momento em que a formação de hifas lisas predomina por todo o micélio, as intumescências não se formam mais. O desenvolvimento quasi que se inverte. Processa-se apenas a formação da forma «forte» de conídias. Destas, não sei dizer com exatidão quantos plantios fiz. Seguramente andaram perto de 100. No entanto, nunca conseguí descobrir quais as condições em que se produz esta curiosa «inversão» na direção de desenvolvimeto do fungo.

Êsse é o primeiro fenômeno incompreensível que pude constatar na cultura artificial dêste fungo. Merece bem ser denominado «pleomorfismo». Durante todo o tempo em que trabalhei com culturas da forma «forte» de conídias, jamais

obtive senão tais intumescências esféricas em meio liquido e, em seguida, as mesmas conídias. Enchí frascozinhos de cêrca de 3 cms. de diâmetro no fundo, semelhantes aos de Erlenmeyer (os mesmos que me foram indicados pelo Prof. Brefeld para cultura de ascomicetos formadores de líquens) com solução nutritiva, plantando-os com conídias «fortes». Obtive massa densa, uniforme, de conídias «fortes», primeiramente brancas, tornando-se em seguida pardas. Se bem que houvesse mostrado, e ainda mostrarei de uma maneira mais evidente através de futura experiência, que a forma «fraca» de conídias e os fios de pérola fazem parte das conídias «fortes», não ocorreram nunca, mesmo depois de meses, em culturas derivadas da forma «forte». A única exceção observada foi representada na figura 15. Aquí entraram em uma cultura, além de conídias puras, hifas portadoras de clavas, as quais estavam em parte já murchas, conforme mostra a figura. Estas hifas brotaram em tôdas as direções. Em um único lugar, justamente naquele marcado, apareceu uma fração de fio de pérola. Êste se prolongava em uma parte lisa, terminando com uma série de intumescências esféricas. Em todo micélio ricamente ramificado, não apareceram em nenhum outro lugar, a não ser naquele assinalado, traços de fios de pérola ou intumescências. Tôdas as hifas permaneceram lisas, normais, terminando com a produção da forma «forte» de conídias.

Outra variação da forma «forte» de conídias ocorre ainda. Muitas vêzes tive culturas em solução nutritiva que passaram a formar conídias em tôda a extensão da gota de cultura, em todos os lugares do micélio. Estas conídias produziram clavas exatamente da maneira descrita anteriormente, mas as clavas eram um tanto mais densamente agrupadas e menos regularmente dispostas em forma de verticilo, e não produziam cadeias de conídias; nelas, cada filíade trazia apenas uma conídia, e mesmo quando se juntava nova solução nutritiva, não iam além desta formação. Neste caso a conídia era consideravelmente maior do que as comumente formadas em cadeias. Era ovóide de 8 micra de comprimento e 3-4 de largura. Adquiria a côr parda, de maneira igual às pequenas conídias catenuladas. Além disso a conídia era recoberta com produtos de excreção irregulares, ora lisos ora ásperos. Tais excreções, de coloração parda, mais clara do que as conídias, às vêzes eram 2 vêzes maiores que estas; elas ocorrem nas conídias individuais e nunca nas conídias esféricas, dispostas em ca-

deias. Produzidas desta ou daquela maneira, as conídias germinam de modo idêntico. As maiores, formadas isoladamente, ao germinar dão origem a culturas que por sua vez produzem conídias catenuladas e conídias isoladas. Não foi possível determinar quais as condições capazes de induzir a produção duma ou outra forma. Só exceptionalmente ambas ocorrem no mesmo micélio. Em regra um dado micélio forma apenas esta ou aquela forma. Estudarei no fim do trabalho a significação micológica desta ocorrência.

A germinação das conídias da forma «fraca» se verifica, sem exceções, no dia imediato ao plantio. No verão ocorre após algumas horas apenas. As conídias aumentam até 4 vêzes em diâmetro. Em seguida produzem tubos germinativos de estrutura igual àquela das conídias da forma «forte». Forma-se um micélio ricamente ramificado com anastomoses muito frequentes. As hifas são de diâmetro pouco menor do que as da forma anterior. O micélio aéreo é muito desenvolvido. Frequentemente hifas aéreas mergulham a ponta na solução nutritiva, elevando-se de novo ao ar depois de percorrer uma certa distância dentro dela. No verão, já após 2 dias, ou mais comumente após 3 ou 4 dias, formam-se conídias da forma «fraca», nas extremidades de quaisquer hifas que se alongam para o ar. Às vêzes aparecem, ainda que não se encontre, em tôda a cultura, um traço de fio de pérola. Na maioria dos casos, no entanto, certos segmentos de hifas, dentro e fora da solução nutritiva, cobrem-se de pérolas. As conídias se formam então tanto nos fios de pérola como nas hifas comuns. As pérolas podem ocorrer em todo o micélio. Em certos casos se limitam a poucas hifas. Em outros casos, aliás mais raros, as pérolas poderão faltar por completo. A formação de conídias nunca é suprimida. Após alguns dias inicios de rizomorfos começam a aparecer. Como foi descrito acima, formam-se ao longo duma hifa, em diversos lugares, como que intumescências laterais irregulares. Estas aumentam por um brotamento e por ramificações posteriores. Quando ocorrem, e isto sucede frequentemente, na proximidade imediata dos fios de pérola, resultam tôdas aquelas formas de transição para cuja interpretação possível já chamei a atenção do leitor. Também obtive em culturas de mais de um mês de idade os rizomorfos brancos visíveis a ôlho nú, que se formavam sobre o jardim de fungo depois de removidas as formigas, e que consistem unicamente em intumescências de micélio (fig. 12). Muito mais facilmente obtive a formação

dos rizomorfos, quando semeava conídias da forma «fraca» nos frascos acima mencionados. Neste caso todo o fundo do recipiente era coberto inicialmente por fios de pérola e conídias «fracas». Depois que estas estruturas haviam durado cêrca de 8 a 14 dias, os rizomorfos se desenvolviam mais vigorosos e ramificados.

As conídias «fortes» germinam dum modo regular, por meio de tubos germinativos cilíndricos; às vêzes, os tubos germinativos intumescem-se aquí e alí; dessas intumescências partem ramos que vão produzir conídias nas suas extremidades. A mesma cousa se dá com as conídias «fracas». Nas culturas puras as conídias tendem a formar as intumescências referidas. A figura 19 representa um tal caso. Aglomerados de células intumescidas não foram observados, dominando a natureza filamentosa das hifas. Durante o inverno, nas culturas puras, o micélio crescia às vêzes durante 2-3 dias apenas por meio de ramificações bojudas e onduladas, para de súbito dar origem a hifas lisas, comuns, cilíndricas de 3 micra de diâmetro no máximo. Só agora, depois de dominarem por toda a parte as hifas lisas, aparecem tambem as conídias, e sob certas circunstâncias, os fios de pérola.

Nunca se conseguiu demonstrar por meio de culturas artificiais que a forma «forte» de conídias deriva da «fraca» ou inversamente. Não quero molestar o leitor com a exposição de todos os ensaios realizados para êste fim, se bem que me haja convencido da afinidade de ambas. Basta registar o fato de que as 2 formas de conídias, crescendo ambas nas soluções nutritivas empregadas, fazendo parte do mesmo fungo, não puderam ser obtidas uma a partir da outra, por meio algum de cultura artificial, mesmo após mêses de experiências. — Contudo, consegue-se demonstrar por meio de culturas artificiais a sua afinidade. Coloquei sôbre uma lamínula duas gotas de cultura bem próximas uma da outra. O micélio da forma «forte» de conídias foi levado a uma das gotas. A outra recebeu o micélio proveniente de conídia «fraca». Êste último, que era mais vigoroso, logo tinha tomado tôda a pequena gota, estendendo seus fios aéreos acima dela. Atingido êste estado, observei o andamento das culturas a intervalos de 2 horas, e posteriormente com maior frequencia ainda. Não tardou que uma hifa e logo mais outras do micélio da forma «fraca» se alongassem, mergulhando suas pontas dentro da gota da cultura vizinha, formando nesta, por entre os fios do outro micélio, novas ramificações. Inicial-

mente estas ramificações eram distintas, podendo ser facilmente reconhecidas em consequencia da direção oposta do crescimento das suas extremidades. Durante êsse tempo, observei em 2 pontos como o micélio da forma «fraca» de conídias entrou em ligação imediata com a forma «forte» por meio de anastomoses. Logo em seguida os micélios estavam tão entrelaçados que não era mais possível distinguir as hifas de um e de outro.

Para o julgamento posterior das condições curiosas aquí presentes poderão servir ainda as observações seguintes: Colocando-se um pedacinho das intumescências rizomorfas, como se formam na cultura de fungo, em solução nutritiva, a formação das intumescências cessa imediatamente. Os rizomorfos germinam emitindo hifas lisas em tôdas as direções. Estas formam na gota de cultura um micélio ricamente ramificado no qual se observam fios de pérola e a forma «fraca» de conídias, nunca, porém, a forma «forte». Nas culturas de fungos colhidas, não uma vez, mas sim diversas vêzes, observaram-se, no entanto, as conídias «fortes» em ligação imediata com os segmentos de micélio. Obtêm-se sòmente êstes últimos e novamente a forma «fraca» de conídias quando se fizer cultura a partir dos fios de pérola.

Vimos acima que nas culturas de fungo isentas de formigas às hifas aéreas formam um crescimento denso que se transforma, ao desenvolver regularmente, em colónia às vêzes do tamanho de um punho, constituída pela forma forte de conídias. Retiremos com a pinça um pouco dessas hifas, quando tiverem alcançado 2 cms. de altura e quando ainda isentas de conídias. Coloquemô-las em solução nutritiva. Aí crescerão frondosamente. O micélio derivado delas produz sempre os fios de pérola, a forma «fraca» de conídias e, no melhor dos casos, inícios de rizomorfos. Nunca produz a forma «forte» de conídias. Deixemos crescer o micélio aéreo na cultura de fungo que escolhemos até que se cubra totalmente nas suas partes externas com a forma «forte» de conídias. Retiremos agora aquelas partes que já produziram conidióforos e empreguemos pedaços de micélio que se encontram imediatamente abaixo, para nossos plantios. Neste caso obteremos ambas as formas de conídias numa e mesma cultura. Em algumas hifas a inversão do protoplasma para a produção da forma «forte» de conídias está tão avançada que as conídias «fortes» irrompem. As partes situadas mais atrás ainda seguem a tendência dominante anterior, formando a forma «fraca» de

conídias. Tomemos novamente para plantio apenas aquelas partes das hifas que passaram completamente à formação de clavas com conídias «fortes». Obteremos uma cultura na qual se formam apenas as conídias «fortes». Mesmo que realizemos novas culturas provenientes desta, as hifas jamais voltarão, em cultura artificial, a formar fios de pérola, rizomorfos e conídias «fracas». Muito notável é o caso excepcional uma vez observado (fig. 15). A cultura provinha de um pedaço de micélio no qual já havia começado a formação das conídias «fortes». Portanto, as hifas se desenvolveram produzindo apenas conídias «fortes», junto das quais geralmente nunca aparecem fios de pérola. No entanto, em um resto do protoplasma, a inversão não se processara completamente: um fio de pérola e pequeno número de rizomorfos apareceram em cultura, exprimindo a tendência evolutiva anterior.

O que se obtem afinal de contas das culturas artificiais de aglomerados de couve-rábano retirados dos ninhos? Pela descrição assim como pelas figuras 22-24 vemos que as couves-rábanos nada mais são do que uma forma definida de intumescência das hifas. Êsta se apresenta em 4 ou 5 modalidades diferentes. A primeira vem a ser os rizomorfos. Êstes se formam com maior vigor nas culturas abandonadas. Constituem, quando reunidos em feixes, os rizomorfos visíveis a ôlho nú, tão típicos. As suas dilatações exibem formas as mais irregulares. Passam de uma forma à outra. São capazes de se transformar em hifas comuns, em solução nutritiva. As 2 formas diferentes de intumescências que ficámos conhecendo na germinação das conídias «fortes» e das «fracas», são muito afins à primeira. Ambas se caracterizam pelo fato de aparecerem exclusivamente nos micélios jovens, imediatamente após a germinação das conídias correspondentes, e duram pouco. Ambas são de forma indeterminada. Além disso conhecemos os fios de pérola. Considerá-los como simples intumescências é duvidoso, pois, são de forma determinada, não sendo capazes de desenvolvimento posterior. Finalmente temos que discutir as couves-rábanos. Vê-se com facilidade que as mesmas são primitivamente formações iguais às 3 primeiras espécies de intumescências. Comparando-se a intumescência de couve-rábano representada na figura 24 com a de forma esférica na parte inferior da figura 20, não será possível traçar diferenças entre ambas. Também, na figura 12 à esquerda e em baixo, nota-se uma estrutura que evidencia claramente a igualdade de origem de ambas. No entanto, as couves-rábanos caracterizam-

se tipicamente por sua forma esférica, e tambem pelo tamanho mais ou menos determinado que oscila entre limites bastante estreitos. Caracterizam-se ainda pelo fato de se reunirem formando aglomerados arredondados, e mais ainda pelo fato de se formarem sob a influência das formigas nos ninhos, onde não se encontram nunca outras formas de intumescências. As couves-rábanos, formadas nas extremidades das hifas, terminam o crescimento destas. A figura 22 mostra que a regra tem exceção. As cabecinhas das couves-rábanos não se acham separadas da hifa por meio de septos, e não se destacam das hifas que lhes dão origem.

Retirando-se um aglomerado de couve-rábano e o transportando a uma solução nutritiva, sòmente as hifas portadoras de cabecinhas crescem; as cabecinhas murcham, recuando o seu protoplasma para as hifas. Não raro (fig. 35), porém, uma couve-rábano, mergulhada na solução nutritiva, continua a crescer distalmente por meio dum tubo cilíndrico.

Quando iniciei minhas experiências de culturas artificiais, a partir dos aglomerados de couve-rábano, fazia sempre pelo menos 12 culturas dum ninho ao mesmo tempo. Julgava que pelo menos a metade seria destruída por contaminantes estranhos. Logo, porém, fiquei convencido de que esta cautela era desnecessária. Não é possível obter culturas mais puras do que aquelas obtidas pelo transplante de couve-rábano em soluções nutritivas. Posso afirmar isto baseando-me em mais de 300 culturas feitas em tôdas as épocas do ano a partir de material escolhido em ninhos de diversas formigas carregadeiras.

O desenvolvimento das culturas é o seguinte: primeiramente crescem, nos bordos do aglomerado de couve-rábano, hifas que penetram no líquido. Estas se irradiam em tôdas as direções. Seu protoplasma, rico em vacúolos, e as suas anastomoses frequentes são idênticos às hifas do fungo anteriormente descritas. Partindo do centro do aglomerado, hifas aéreas se dirigem em todos os sentidos; são ora recurvas, ora espiraladas. Há considerável diferença entre o micélio obtido a partir de conídias e o obtido a partir dos aglomerados de couve-rábano, no que toca à rapidez de crescimento. E' muito mais lento no caso das couves-rábanos. As hifas provenientes das conídias cobrem rápida e esgarçadamente o meio de cultura. Mas quando se fazem plantios dos flocozinhos arredondados de couve-rábano, as hifas se irradiam e se comprimem demasiadamente em todos os sentidos, retardando assim o

desenvolvimento do flocozinho redondo coberto de hifas aéreas; não se forma nenhum micélio regular, fofamente distribuído através da gota de cultura. Sòmente quando os flocozinhos tiverem alcançado alguns milímetros de diâmetro, quando cuidadosamente tratados e com frequencia transferidos para novas soluções nutritivas, em regra não antes de 14 dias depois do início da cultura, é que aparecem de novo nos filamentos aéreos as intumescências características de couve-rábano. Estas são idênticas às primeiras. Na figura 33 está representada parte do bordo de uma tal cultura, na qual apenas se iniciou a formação de couve-rábano nas extremidades das hifas aéreas. São sempre formadas de uma só vez em uma grande quantidade de hifas vizinhas. Entre as já formadas, originam-se novas até que se constituam os aglomerados, visíveis à vista desarmada, já nossos conhecidos, dos ninhos. As cabecinhas individuais, como aquelas dos ninhos, no ar têm o aspécto de ampolas esféricas, de contornos nitidos (fig. 33); mergulhando-as no líquido observamos o mesmo conteúdo protoplásmico granuloso, rico em vacúolos (fig. 35), conforme foi desenhado das cabecinhas retiradas dos ninhos (figs. 23 e 24).

Muitas vêzes retirei os montinhos de couve-rábano, artificialmente produzidos em cultura, por meio de uma agulha. Realizei, com os mesmos, ensaios de nutrição. Deram exatamente o mesmo resultado que aqueles provenientes dos ninhos.

Evidentemente há necessidade de uma certa massa e vigor do micélio para produzir couve-rábano. Para demonstrar isto coloquei 12 ou mais montinhos de couve-rábano próximos uns dos outros em uma mesma gota de cultura. Neste caso as hifas que cresciam nos diversos montinhos se anastomosaram. Conseguia, dêste modo, a produção de couve-rábano, nova e frondosa, após 3 a 4 dias. Com o fim de saber com certeza se tôdas as hifas existentes nos ninhos pertenciam ao mesmo fungo, retirei das culturas fragmentos desprovidos de couve-rábano. Cultivei-os em solução nutritiva. Dêste modo obtive culturas que em nada se diferenciavam das anteriores e que passavam, mais cedo ou mais tarde, à formação de aglomerados de couve-rábano.

Finalmente depois de tantas provas da pureza das culturas em massa, existentes nas hortas das formigas, ousei introduzir pequenas partes de cultura, retiradas a êsmo da horta, em uma gota de solução nutritiva. As culturas assim preparadas eram frequentemente atacadas por bactérias bem como

por fungos filamentosos estranhos. Em cada caso pude observar o crescimento das hifas conhecidas, partindo do bordo dos flocozinhos, apesar de um eventual crescimento de bactérias. Pude observar, também, a formação do micélio aéreo, espiralado, o qual produziu ricos e frondosos aglomerados novos de couve-rábano, dentro de alguns dias.

Lembremo-nos agora dos resultados obtidos quando observávamos os mesmos flocozinhos, do tamanho de uma cabeça de alfinete, sôbre papel de filtro, em câmara úmida. Em cada flocozinho se formaram hifas aéreas e a forma forte de conídias. Às vêzes, principalmente no inverno, desenvolviam-se os primórdios dos rizomorfos com a forma fraca de conídias e fios de pérola. Pode-se repetir esta experiência tantas vêzes quantas se quiser: sempre se achará que o mesmo micélio, que cresce nas hortas, com exclusão de todos os estranhos, quando transportado para a solução nutritiva, permanece fiel ao desenvolvimento iniciado e dá origem aos aglomerados de couve-rábano; que o mesmo micélio, porém, quando num recipiente úmido, desenvolvendo-se às expensas das reservas alimenticias provenientes da horta, inverte logo sua direção de desenvolvimento começando a formar conídias. Agora depende das condições externas se nasce a forma forte de conídias, ou se prevalecem as intumescências rizomorfas. Não pode haver mais nenhuma dúvida de que tôdas estas estruturas pertencem ao mesmo fungo. As condições que determinam o seu aparecimento não podemos dizer exatamente quais sejam. Tais condições parecem depender da maior ou menor reserva de alimento existente na parte da cultura retirada em cada caso. Além disso, deveríamos não nos esquecer da influência da temperatura e da umidade do ar.

Assim como jamais se conseguiu obter a forma fraca, semeando conídias fortes na solução nutritiva, como também jamais se formou na solução nutritiva a forma «forte» de conídias pela cultura dos rizomorfos e como, finalmente, nunca cresceram micélios das conídias «fracas» semeadas em solução nutritiva, que originassem conídias «fortes», se bem que tôdas essas formas cultivadas isoladamente se desenvolvessem exuberantemente nas soluções nutritivas empregadas; assim tambem jamais se conseguiu, partindo de plantios de couve-rábano, produzir na solução nutritiva qualquer uma das formas anteriores de desenvolvimento. Êste fato verifiquei, como ja mencionei, em mais de 300 ensaios realizados nesse sentido. Alguns dos mesmos demoraram mais de 1/4 de ano. Um

resultado ocorrido uma vez merece ser mencionado. Em 27 de maio de 1891 obtive uma série de culturas a partir dum aglomerado de couve-rábano dum mesmo ninho. O desenvolvimento foi muito lento, em consequencia da temperatura relativamente baixa. A 17 de julho apareciam apenas flocozinhos redondos, com micélio aéreo, sem formação de novos aglomerados de couve-rábano. Em 18 de junho houve uma inundação em Blumenau, que me forçou a passar, juntamente com as minhas culturas, para o sotão. Sòmente após 14 dias foi possível observar de novo as culturas. O único cuidado dispensado foi evitar que a água dos pratos nos quais mergulhavam as campânulas não se evaporasse. Tôdas haviam permanecido puras. Com uma única exceção, os flocozinhos redondos haviam chegado à formação de couve-rábano no micélio aéreo. Uma única cultura apresentava um aspecto completamente diferente. Havia um micélio fofo permeando tôda a gota a partir do flocozinho arredondado. Era um micélio aéreo, fino, fofo, estendendo-se até quasi ao bordo da lamínula. O exame microscópico provou que fios de pérola existiam na cultura. Haviam-se formado também intumescências rizomorfas e a forma fraca de conídias crescera sôbre todo o espaço da lamínula. Conservei estas culturas até setembro. Tinham sido obtidas em maio. Fazendo plantios das conídias fracas, formadas, obtive exclusivamente a confirmação dos fatos supra mencionados. Das restantes culturas formadoras de couve-rábano nenhuma chegou a formar conídias.

Os resultados até agora obtidos com as nossas pesquisas podem ser resumidos na maneira seguinte: Tôdas as culturas de fungos das espécies de *Acromyrmex* pesquisadas consistem num mesmo micélio, que dá origem aos aglomerados de couve-rábano nas hortas tratadas pelas formigas. Sob a influência das formigas jamais se forma micélio aéreo ou qualquer forma de esporos. O micélio cresce nas hortas, excluindo completamente qualquer contaminante estranho. A cultura do fungo de um ninho é sempre uma cultura pura em massa. — Quando se elimina a ação das formigas, aparecem duas formas diferentes de conídias nas culturas. As hifas tendem à formação de intumescências e sacos que ocorrem sob formas características bastante diferenciadas entre sí. Uma dessas, que provavelmente alcançou a sua forma atual sob a influência da seleção por parte das formigas, vem a ser a couve-rábano.

7. Descoberta do estado perfeito do fungo das formigas carregadeiras

Todos os ensaios de culturas por mim relatados deixam sem solução o problema da posição sistemática do fungo das formigas carregadeiras. Dever-se-ia supor que as formas de conídias e hifas encontradas fossem estados do desenvolvimento de um fungo mais elevado, um ascomiceto ou basidiomiceto. Os fatos presentes não nos levam além desta possível suspeita.

Quem repassar as pesquisas já realizadas por outros autores sôbre a cultura artificial de fungos, quem estudar principalmente os 10 volumes das pesquisas de B r e f e l d, convencer-se-á logo do fato, já por diversas vêzes confirmado naquela obra, que apenas em casos raríssimos se consegue, partindo das formas imperfeitas, obter em cultura artificial a forma mais elevada ou perfeita, produtora dos sacos ou das basídias. Guiado por uma experiência como certamente nenhum outro tem neste domínio, preveniu-me o Snr. Prof. B r e f e l d, quando partí da Alemanha, que não tentasse obter pela cultura de formas imperfeitas de conídias a forma perfeita correspondente. Perderia muito tempo. O êxito seria grandemente duvidoso. A significação biológica da forma de conídias do caso presente incitou-me a desleixar o conselho do mestre. Tentei a cultura das diversas formas de conídias e micélios por todos os métodos imagináveis. Modifiquei as soluções nutritivas de diversos modos. Fiz crescer os micélios em camadas densas de líquido, na fartura de substâncias nutritivas. Depois que havia sido obtido um determinado volume das culturas, tentei levá-las ao desenvolvimento posterior em papel de filtro úmido, sem a solução nutritiva. Fiz culturas em massa sôbre pão adubado. Mas com estas culturas, que só raras vêzes são bem sucedidas no clima europeu, ainda que lhes dispensemos o máximo cuidado, apenas pude registar insucessos em Blumenau. O pão só podia ser conservado quando aquecido até 70ºC., por períodos de 24 horas no máximo. Logo que realizava o plantio do fungo, cessado o aquecimeneto, a decomposição do pão se iniciava mais rápidamente do que o desenvolvimento de qualquer fungo filamentoso. Que proveito poderia tirar de

culturas em massa que, de acordo com os meios à mão, apenas podiam ser instaladas no espaço de um grande cristalizador? Não seria uma cultura retirada dum formigueiro, em massa, muito melhor do que a que eu era capaz de obter artificialmente? E quando havia excluído a influência, talvez nociva das formigas, eliminando-as tôdas de uma quantidade de cultura de fungo; e quando havia obtido, em muitos casos, culturas do tamanho de um punho, produzindo clavas formadoras de conídias; ou mesmo quando tinha obtido rizomorfos de 1mm. de diâmetro com a forma «fraca» de conídias, que poderia esperar mais das culturas, mesmo que obtivesse sucesso com elas? Os meus esforços pareceram-me ridículos quando achei finalmente a solução justamente nas volumosas culturas das formigas, nas culturas de fungo que cresciam ao ar livre, naquelas culturas cuja pureza e vigor havia admirado tantas vêzes.

Quando, em dezembro de 1891, voltei de uma viagem do interior do Estado de Santa Catarina, onde havia permanecido durante semanas, informou-me o Snr. Gärtner que, neste meio tempo, havia colecionado para mim, em novembro, um grande fungo de chapéu, de côr viva que encontrara no centro de um ninho de formigas junto a diversos outros exemplares dispostos em grupo. Êle não poude removê-lo sem destruir a cultura de fungo do ninho. O grupo de chapéus estava fixo à massa de micélio que se irradiava pela cultura, sem limites nítidos. Estava convicto de que êste seria o fungo da formiga. Os corpos de frutificação foram preservados em alcool. Espantou-me o seu porte, pois, os grandes Agaricaceae de côr viva são raros na flora local. Reconhecendo que não seria possível obter solução segura do problema com ajuda do material depositado em alcool, e visto ainda estar ocupado naquela época com outro material fresco e valioso, desistí do problema no momento, na esperança de encontrar o fungo novamente. Graças aos grandes esforços de Gärtner conseguiram-se descobrir em 19 de fevereiro de 1892 os mesmos chapéus sôbre um ninho da *Acromyrmex disciger* a mais ou menos 50 passos do primeiro local da primeira descoberta. A 17 de março encontrou-se novamente um ninho com um fungo, numa capoeira não longe da praça Municipal de Blumenau. Em 30 de março obtive por intermédio de meu tio, o Snr. Augusto Müller, um outro exemplar de cogumelo com restos da horta ainda presos a êle. Êste havia sido encontrado cêrca de 12 kms., rio acima,

em um ninho de formigas. São êstes os únicos fungos encontrados dos quais posso dar informações.

Nos ninhos de 19 de fevereiro e 17 de março pude observar o desenvolvimento dos píleos *in loco*. Em 19 de fevereiro observou-se no ninho, levemente coberto com pedacinhos de fôlhas sêcas que serviam de cobertura e de facil remoção, uma crosta esbranquiçada, ligeiramente pardacenta, com elevações irregulares. Em 21 de fevereiro algumas destas elevações atingiam a forma e tamanho de ovo, mais ou menos. Eram semelhantes àquelas representadas em ambas as figuras (estampa I e IVa) e se achavam ao lado e debaixo de píleos já abertos. Até 27 de fevereiro estas elevações aumentaram consideravelmente, apontando novos botões para formação de píleos. A 27 começou, em alguns, a elongação do estipe. Alguns já se haviam desenvolvido até quasi ao estado representado na estampa IVa. A 28 aquêles menos adiantados haviam alcançado o estado semelhante aos 2 exemplares à direita e à esquerda da estampa I. A 1.o de março êles abriram os píleos. A 2 de março já se achavam parcialmente desfeitos, enquanto outros botões haviam atingido o estado maduro. Todo o grupo exibia agora estados de desenvolvimento em tôdas as suas fases (estampa I). Também no segundo caso, de 17 de março, o desenvolvimento total do chapéu até a sua abertura durou de 10 a 12 dias.

No estado perfeito o fungo tem uma forma altamente curiosa, acrescida pela circunstância de que todo grupo de píleos se acha implantado no topo do formigueiro, como se fôra êste um pedestal, elevando-se assim bastante acima do solo da floresta. Além disso o píleo e o estipe são côr de vinho, de maneira que êsse fungo, onde ocorrer, dificilmente passará despercebido.

A destruição de formigueiros é um trabalho necessário do colono durante todo o ano. Jamais qualquer deles se lembrava de haver visto tal fungo. Também o Snr. Dr. Fritz Müller nunca o havia observado anteriormente, bem como o Snr. Augusto Müller, se bem que ambos vigiassem e destruissem, durante os 40 anos de sua permanência aquí, numerosos formigueiros. Em vista da atenção que ambos dispensavam à natureza, provavelmente se lembrariam dêste fungo se o houvessem visto. Apenas faço essa observação afim de despertar e confirmar a suspeita de que o fungo apenas raras vêzes chega a formar sua forma perfeita. O seu apa-

recimento raro contrasta com o aparecimento quasi generalizado das formigas.

A estampa I representa apenas a parte menor dum grupo coletado em 2 de março. Reproduzimo-lo aos 5/9 do tamanho natural. O maior que foi observado tinha 16 cms. de diâmetro. O píleo é carnoso, em forma de guarda-chuva, cheio de escamas ásperas que se encontram mais densamente na sua parte superior central do que nos bordos. As escamas não se despregam facilmente. A côr das escamas vai de vinho claro a preto purpuráceo (Saccardo, Chromotaxia, 50 e 12). As escamas que se encontram mais esparsas nos bordos pendem mais para a côr de vinho e aquelas do centro mais para a côr preta purpurácea. As lamelas estão separadas do estipe por um intervalo circular e não atingem a margem do píleo (estampa I). A 3/4 da altura do estipe está o anel espesso, escamoso, pendente. A porção do estipe acima do anel é branca como as lamelas. O anel e o estipe são cobertos com escamas da côr do chápeu. A côr do estipe é menos bonita e menos viva. No resto do grupo de fungos que havia permanecido no local, em 2 de março, desenvolveram-se ainda, até 16 de abril, alguns pileos retardatários. Eram muito inferiores, em beleza e tinta, aos primeiros formados. A mistura roxo-purpurácea da côr deu origem a um pardo-escuro sujo (Saccardo, Chromotaxia, entre n.º 9 e n.º 11). O estipe e mais ou menos oco. A massa rôta das hifas da medula que enche o espaço interno varia. O estipe é espessado na base, em forma de tubérculo e provido, no lugar mais espesso, de fragmentos do véu universal *(velum universale)*. A maior altura observada em um pileo foi 24 cms. O maior diâmetro do estipe, no lugar mais espesso do tubérculo, 4 cms.; no anel, 2 cms.

O himênio não oferece particularidades. As basídias (fig. 7, est. V) são de forma comum. Medem cêrca de 30 micra de comprimento. São clavuladas e espessadas no têrço superior. Trazem 4 esterigmas curtos. Cada esterigma traz um esporo oval de 8 micra de comprimento. A côr dos esporos individuais na água é quasi hialina. Deixando-se os esporos cair por algum tempo, verifica-se que são, em massa, de côr ocre clara. (Saccardo, Chromotaxia, n.º 29.)

8. Posição sistemática do fungo cultivado pelas formigas carregadeiras

Reconhece-se imediatamente que o fungo que acaba de ser descrito cai próximo às Amanitas ou Lepiotas. A história do desenvolvimento dos seus corpos de frutificação, estudada mais adiante, não deixará dúvida alguma neste sentido. Como a côr dos esporos tem, até hoje, um valor fundamental na sistemática dos Agaricaceae, devemos colocá-lo próximo de *Pholiota caperata*. Fries, em seu trabalho «Hymenomycetes Europaei», refere-se a esta espécie como sendo a única entre os «Dermini» que corresponde às Amanitas. Por possuir véu duplo, esta *Pholiota caperata* separou-se mais tarde do gênero *Pholiota* sob o nome genérico *Rozites*. Considerando o fungo das formigas, que possue esporos pardos e um invólucro duplo, como fazendo parte do gênero *Rozites*, devo acrescentar que aquí, à beira da mata virgem, apenas disponho de limitados recursos de literatura, não podendo, portanto, saber ao certo se o fungo foi ou não descrito anteriormente. Nesse caso pediria que se fizesse a retificação da nomenclatura. A sistemática dos Agaricaceae passará, dentro em breve, por uma completa e necessária revisão, baseada na pesquisa da história do desenvolvimento do corpo de frutificação. Aliás, já foi iniciada por Fayod. Então a posição sistemática da presente forma, baseada na história do desenvolvimento, póde ser precisada melhor. O fungo deve receber, provisoriamente, o nome de *Rozites gongylophora*, pois, do seu micélio as formigas criaram sua couve-rábano, ao que parece de modo completamente identico àquele empregado pelo homem para produzir a couve-rábano a partir da couve, isto é, por via da seleção artificial.

Para estabelecer a história do desenvolvimento do corpo de frutificação, todos os estados necessários foram encontrados, um ao lado do outro. Conforme já foi dito, os corpos de frutificação se originam duma camada espessa que aparece em cima sôbre os ninhos das formigas. Esta crosta possue espessura vária, atingindo até 2 cms. A extensão ou largura da camada é indeterminada. E' constituída de hifas entrelaçadas, dispostas em tecido compacto. As hifas intumescem-se em certos lugares. Anastomoses também ocorrem. Em cer-

tos lugares toma um aspecto semelhante ao tecido celular. Toda a massa da crosta tem uma côr pardo-clara. Possue córtex delicado, pardo-escuro, formado exclusivamente das mesmas hifas que a parte interna. As hifas do córtex terminam em pontas muito curtas e livres. A sua côr pardo-escura passa sucèssivamente à côr parda, muito clara, das hifas internas, de tal modo que o córtex não se torna bem diferenciado. Na crosta descrita, formam-se grande número de pequenas elevações dispostas umas ao lado das outras. Inicialmente não são diferenciadas na sua estrutura interna. Quando tiverem* alcançado o tamanho representado na figura 1 (estampa V), vê-se, no seu interior, quando cortadas longitudinalmente, uma figura oval, mais clara. No interior, as hifas, embora às vezes irregulares, dispõem-se em grande parte vertical e paralelamente. Não há separação nítida exteriormente. O córtex pardo não difere do que cobria a crosta quando jovem. O núcleo oval, mais claro, dos botões, representa o início do tuberculo do estipe. Na sua extremidade distal aparecem os primórdios do pileo (fig. 2). Êste se diferencia a partir da extremidade do estipe pelo crescimento mais viçoso de suas hifas reunidas em um denso emaranhado; êste emaranhado alarga-se lateral e radialmente além do seu ponto de origem, formando assim aquela cúpula achatada, no tubérculo do estipe indicado na figura 2. Tôdas as hifas situadas fora do primórdio do estipe e do pileo tomam a côr pardacenta formando o véu universal, que não se abre, até que tôdas as partes do corpo de frutificação estejam completas. Já neste estado destaca-se nítidamente a epiderme do pileo ou o véu interno; a camada de hifas que envolve o primórdio do pileo tem uma côr parda mais carregada do que a situada mais externamente, no interior da camada externa mais escura, que deve ser considerado como fazendo parte do véu universal. O véu interno, caracterizado pela coloração parda, fica entre o estipe e o primórdio do pileo Em corte longitudinal apresenta-se sob a forma de 2 pontas dirigidas contra a linha mediana (figs. 2, 3 e 4).

Entre o pileo e o primórdio do estipe, num tôro horizontal, origina-se o primórdio do himênio. Até aquí não se notava, no curso das hifas do primórdio do pileo, nenhuma disposição regular. Vê-se agora a disposição paralela, vertical, das hifas do tôro, que representam o início do himênio, isto é, a base na qual se deverão elevar as lamelas. Êste primórdio do himênio não se forma livremente. As hifas ver-

ticais, paralelas, estão em ligação com as hifas do pileo e com as situadas para baixo e em direção ao estipe. Êste estado é, no entanto, de duração muito curta. Enquanto o primórdio do pileo aumenta em circunferência, novas paliçadas introduzem-se entre as paliçadas dispostas verticalmente, e emquanto a camada de paliçadas se alarga, volve-se para cima. — Para maior clareza, vou explicar, em seguida, como se estivesse descrevendo apenas o desenvolvimento do chapéu visto em corte longitudinal. Vê-se, por meio de um aumento apropriado, como se formam espaços ôcos lenticulares, à direita e à esquerda do primórdio do estipe, a princípio ainda permeados de feixes de hifas que se rasgam irregularmente, e que, vindas de baixo, penetram por entre as paliçadas. No entanto, quando o pileo houver alcançado o tamanho da figura 3, todos êstes feixes se acham completamente partidos; os espaços se tornam completamente livres, visíveis a ôlho nú, aumentando rapidamente. Êste aumento se processa pelo crescimento progressivo, radial, do pileo e o respectivo aumento da camada himenial em consequencia da penetração constante de novas paliçadas. Inicia-se agora a formação das lamelas. Desde o início crescem como lâminas completamente livres para dentro do espaço vazio; por conguinte, as lâminas à vezes se ramificam. Paralelo ao aumento do pileo se notam fenómenos de crescimento no tubérculo do estipe e no espaço entre o estipe e o pileo.

O tuberculo do estipe cresce primeiro de uma maneira considerável na espessura e muito pouco na direção do comprimento. Como a ligação entre o pileo e o primórdio do estipe aumenta muito pouco em espessura, forma-se na extremidade do tuberculo o primórdio do estipe em forma de cone truncado (fig. 4). A margem do pileo, e com êle a camada himenial, recurva-se para baixo quando se iniciar a elongação do estipe, formando como que uma carapuça sôbre êste. A elongação do estipe, então cônico, ocasiona a ruptura do véu universal. Vemos ainda na figura 3 o véu interno bastante diferenciado dêste último. Uma camada interna, fracamente parda, do véu universal diferencia-se em a epiderme escura do pileo. Com o aumento do pileo desaparece tal diferenciação. As hifas externas do véu universal desaparecem, rasgando-se em diversos lugares. O véu fende-se, adquirindo aspecto escamoso. A coloração parda vai-se aprofundando. Penetra até o véu interno, apagando assim completamente a diferença entre êste e o véu universal. Na

proximidade da margem do pileo, onde o véu interno penetra em direção ao estipe, o véu universal bifurca-se e continua para baixo para cobrir o tuberculo do estipe. Até aquí ambos permanecem nitidamente separados. Quando se levanta agora o pileo, ele leva tanto do véu universal quanto se acha fundido ao véu interno. Uma comparação das figuras 4, 5 e da estampa IVa mostra melhor do que qualquer descrição como é que uma parte do véu universal envolve, de modo semelhante a um cálice fendido em forma de estrela, a porção basal do estipe na sua dilatação maior. Este envolucro caliceforme é pouco consistente, o que não é de admirar, pois, é constituido de hifas em vias de degenerescência. Nos estados mais desenvolvidos da estampa I pouco se observa do mesmo. A elongação do estipe é rápida. Da forma inicial de cone truncado, passa à cilíndrica. Os feixes de hifas do centro do estipe não acompanham o seu crescimento vertical. Pela ruptura dos feixes forma-se um espaço vazio no interior do estipe. Livre, cobre-se de uma camada exterior de côr parda. Pela ruptura e morte das hifas externas, esta camada não se diferencia do véu universal, a não ser pela menor espessura. Esta camada mostra mais tarde, durante o seu desenvolvimento, embora menos acentuadamente, a bela côr característica do véu universal.

A elongação do estipe não se realiza apenas abaixo do lugar de inserção do véu interno, mas também acima dele, no interior do chapéu. Com esta última elongação, vae paralelo o crescimento da margem do pileo e das lamelas, acelerando-se até a ponto de sobrepujar mesmo o do estipe, conforme se evidencia pela forma completamente esférica que o pileo toma aos poucos. (fig. 6, estampa I.)

Enquanto isso, processam-se modificações consideráveis na parte inferior do véu interno, que se transforma em ânulus cuja formação difere em vários detalhes da descrita por R. Hartig e principalmente por Brefeld (vol. 3), para diversas formas de Agaricaceas. O ânulus de *Rozites gongylophora,* mais evidentemente do que de qualquer ânulus de Agaricaceas pesquisados sob o ponto de vista evolutivo, é uma estrutura independente, de crescimento próprio e determinado. Situado, como vimos, no ângulo do estipe e das lamelas, apresenta-se, quando visto em corte longitudinal, sob a forma de ângulo agudo aberto para cima, cujo braço externo se dirige para o véu do pileo, enquanto o braço interno acompanha o estipe até a base do pileo. Com o cresci-

mento do estipe e pileo, o ânulus também cresce. Quando se formar o espaço vazio ao lado do pileo, o anel já ficou limitado inferiormente por hifas, que se caracterizam por coloração pardo-clara e não pertencem ao estipe. São elas que formam, na totalidade, o braço interno do ângulo acima referido. Este é mais espesso na margem do pileo, no vértice do ângulo. As hifas crescem em direção centrifugamente ao estipe, assentando-se firmes sôbre êste, acompanhando-o em parte. Atenuam, à medida que se aproximam da base do pileo. Finalmente aparecem como linha delicada adpressa ao estipe. Neste ponto confundem-se com as que provêm do estipe. O ânulus tem coloração mais parda do lado juxtaposto ao estipe. É de côr mais clara dos lados que limitam as cavidades himeniais. Se bem que juxtaposto ao estipe, pode, já no estado da figura 4, ser removido com facilidade, em qualquer corte longitudinal, visto estarem suas hifas ligadas apenas às da parte mais superior do estipe.

Ao se alongar, o estipe cresce mais abaixo da inserção do ânulus. Na porção acima da inserção o seu crescimento é fraco. Êste último crescimento ergue-o. Se não fôsse fixo ao redor do estipe, seria levantado, como «annulus mobilis», como ocorre em *Coprinus ephemerus*. No nosso caso é apenas estendido (fig. 5), visto como o braço interno do ângulo já referido é muito delicado e flexivel na região superior. Èste mesmo fato se reflete sôbre o aspecto final do ânulus. No estado de transição representado nas figuras 5 e 6, o ânulus é levantado nos bordos. A sua parte inferior não pode mudar de forma, em consequencia da sua espessura e firmeza. A região delicada do ânulus, juxtaposta ao redor do estipe, dele se vai afastando aos poucos. Primitivamente, envolvendo o estipe embaixo da sua inserção, é erguida tanto e de tal modo, que acaba envolvendo a parte acima da inserção em forma de um manto. Mais tarde, já livre e descolado da margem do pileo, o ânulus não poderá escorregar ao longo do estipe, pois devido ao crescimento do diámetro do estipe aquela membrana delicada se estica fortemente, às vezes a tal ponto, que póde dar origem a um ligeiro estrangulamento do estipe.

Também no braço externo do ângulo do ânulus há um crescimento independente. Esta porção externa do ângulo se prende à margem do pileo, alí se unindo ao véu universal (figs. 3 e 4). A ligação de ambos não aumenta em espessura com o crescimento do corpo de frutificação. Enquanto as

hifas da margem do pileo crescem para baixo, bem como as hifas pardacentas do véu universal, segundo se depreende da forma das escamas (fig. 5), as hifas escuras do braço externo do ânulus crescem em direção oposta, como se pode reconhecer imediatamente, lançando-se um olhar sôbre a direção das escamas que ocorrem dêste lado (figs. 5 e 6). Notam-se, portanto, crescimentos em duas direções a partir do vértice do ângulo do ânulus, a saber, para dentro e para fora. Dêste modo se explica como na figura 5 a margem do pileo parece estar ligada ao ânulus por uma faixa relativamente larga, embora se destaque com facilidade. Além disso se compreende facilmente a razão pela qual a margem do pileo maduro é branca e desprovida de escamas (estampa I). E' aquela parte que se encontrava coberta pela porção externa do ângulo do ânulus, durante o estado anterior àquele da figura 6, não entrando até o último momento em contacto com o ar. O mesmo sucede à porção protegida do estipe, situada acima do ânulus. Essas partes permanecem brancas por não terem sofrido oxidação.

Na margem do pileo inicia-se o desprendimento do ânulus, logo que êle não possa mais acompanhar a tração permanente a que está sujeito, pois o braço interno do seu ângulo, delicado e flexivel, foi completamente esticado, rebatido e comprimido contra o estipe. A margem do pileo se acha ligada ao ânulus apenas por uma faixa muito estreita, delimitada, no vértice do ângulo. O pileo aí se desprende, deixando a margem completamente lisa, quando observada a ôlho nú; na realidade, as hifas estão aí rompidas; restos das hifas são vistos ainda no vértice do ângulo do ânulus (fig. 6). A estampa I mostra como se efetua a expansão do pileo que vem em seguida.

9. Prova de que as hifas produtoras das couves-rábanos pertencem a Rozites gongylophora

Dissemos, resumidamente, algures que o micélio que permeia os ninhos de tôdas as espécies de *Acromyrmex*, micélio que dá origem às couves-rábanos (alimento exclusivo das formigas) talvez pertencesse ao cogumelo acima mencionado da

familia A g a r i c a c e a e. A história do desenvolvimento dêsse cogumelo vimos, com minúcias, no capítulo anterior.

Conforme vimos, os corpos de frutificação têm a sua origem em uma crosta parda formada sôbre a cultura de fungo. E' impossível retirar um grupo de pileos sem arrancar parte da cultura. As nossas estampas I e IVa mostram tais partes ainda presas a êles. Esta cultura de fungos difere consideravelmente, em sua estrutura, da cultura comum. Enquanto as paredes das câmaras e cavernas da esponja são geralmente delgadas, de consistência fofa e flocosa, de maneira tal que a massa da cultura ao ser retirada apenas conserva em frações muito pequenas a sua estrutura original, as paredes da camada parda são espêssas e mais sólidas. Pedaços de cultura do tamanho dum punho podem ser retirados com facilidade. Êstes podem ser divididos por cortes feitos em qualquer sentido. São passíveis de ser conservados em alcool sem que se desfaçam. Quanto mais para cima, mais perto da crosta, tanto mais fortes são as paredes da esponja. Alcançam até 7 mm. de espessura antes de passar à formação da crosta espêssa. Para baixo, ao longe, vão-se tornando mais delgadas, passando impercepívelmente para a cultura de fungo de estrutura comum, fofa, que se desfaz fácilmente. As formigas vivem, no entanto, na cultura modificada, com cavidades menores, exatamente da mesma forma como na cultura comum. As minúsculas operárias trabalham nas fendas e cavernas situadas abaixo, rente da crosta, como de costume. A cultura de couve-rábano não sofre nenhuma redução. Os aglomerados de couve-rábano crescem nas paredes espessadas, com o mesmo vigor como no seio da massa esponjosa. São encontrados, na mesma quantidade, até imediatamente abaixo da linha que separa a crosta da cultura de fungo. A linha de separação é nítida. Pode ser vista a ôlho nú em corte vertical. A crosta (uma espécie de estroma de basidiomiceto) não passa dum emaranhado de hifas, contínuo, de côr pardo-clara, uniforme. As paredes da cultura de fungo que entram em contacto com essa camada formam, logo abaixo, um tecido mais ou menos denso de côr branca pura, vendo-se nêle apenas com dificuldade as cavernas iniciais do jardim. Fazendo-se cortes microscópicos atravez daquela linha limítrofe, será fácil convencer-se de que somente a coloração distingue uma camada da outra. As hifas acima e abaixo da linha divisória, densamente entrelaçadas, são exatamente as mesmas. Apenas se pode dizer que estão mais

estreitamente comprimidas no tecido da crosta do que nas paredes espessadas da cultura.

Se pesquisarmos essas paredes mais detalhadamente, verificamos que se compõem das mesmas hifas observadas em qualquer esponja dos ninhos. A única diferença é que os fios se acham comprimidos com maior vigor, formando uma massa carnosa, compacta, o que nunca sucede sob condições normais. Em cortes transversais encontramos no interior das paredes os restos dos pedaços manipulados de fôlha, já sugados, material primitivo de construção e que agora se encontra distribuído e incluído entre a massa das hifas. Sôbre os filamentos externos da parede se assentam os conhecidos aglomerados de couve-rábano. Nascem de hifas que não se diferenciam das hifas da parede, perdendo-se imperceptívelmente no emaranhado delas. Se examinarmos a estrutura das paredes mais para baixo, para a periferia, onde se tornam mais delgadas e quebradiças, através de cortes finos, encontraremos sempre as mesmas hifas. Convencer-nos-emos de que a sua estrutura se torna cada vez mais fofa, diminuindo a massa das hifas e aumentando sucessiva e proporcionalmente os pedacinhos de fôlhas triturados. Finalmente, atinge-se a estrutura comum, onde as hifas sómente crescem através das bolinhas de fôlha, erguendo-se em forma de pêlos e entrelaçando as bolinhas frouxamente, a ponto de formar aquela estrutura fofa, característica das paredes da cultura comum de fungo. Pode-se observar facilmente como as formigas colocam de fóra, ininterruptamente, tambem nas paredes já espessadas as bolinhas de fôlha já descritas, e como as hifas do fungo as invadem como de costume.

Nossa pesquisa anatômica leva-nos com segurança à suposição de que as hifas que atravessam a cultura, e que produzem as couves-rábanos, crescem com maior vigor sob condições apropriadas. Transformam as paredes fofas da cultura em paredes sólidas, unindo-as mais estreitamente. As formigas fazem com que estas paredes se espessem cada vez mais, juxtapondo novas partículas trabalhadas de fôlha, até que finalmente formem uma estrutura vigorosa, sólida, para produzir na sua superfície a camada que irá dar origem ao bonito grupo de corpos de frutificação em forma de chapéu e suportar sua pressão, que infalívelmente comprimiria uma cultura comum de fungo.

Encontrei 4 vêzes a Agaricacea nunca antes observada nos ninhos. Parece não permanecer nenhuma dúvida sôbre

ser esta realmente a forma máxima de frutificação do fungo cultivado pelas formigas, mas, ainda uma observação notável vem confirmar essa opinião. Deixando os chapéus quebrados em repouso durante 1 ou 2 dias, desenvolvem um cheiro forte, peculiar, não repugnante, que lembra a malte. Retirando-se uma cultura comum de fungo de um ninho, comprimindo-a em um frasco hermèticamente fechado, as formigas que nele se encontram morrem dentro de 2 a 3 dias. Abrindo-se em seguida o frasco, percebe-se exatamente o mesmo odor peculiar referido, que parte da cultura de fungo nos seus primeiros estados de decomposição. Esta observação me foi confirmada por diversas pessoas desprevenidas.

Apesar de tudo tive o grande desejo de excluir com segurança absoluta a objeção ainda possível de que o *Rozites* talvez tivesse encontrado na cultura de fungo um meio particularmente apropriado para aí crescer como contaminante. Fiz, por esta razão, cultura artificial dos esporos de *Rozites* em solução nutritiva. A partir de pileos ricamente desenvolvidos pude obter semeaduras puras de basidiosporos em lâminas, sem dificuldade alguma.

Os esporos germinam na água ou em solução nutritiva no segundo dia após o plantio. Produzem um tubo germinativo que parte do lado opôsto ao lugar da inserção, através dum poro relativamente pequeno, e que se alarga até alcançar a espessura igual àquela do tubo germinativo das conídias minúsculas da forma «forte», a saber, 7 a 8 micra (fig. 8). A germinação dos esporos foi sempre irregular. Apenas um número limitado germinava. Muito frequentemente se forma no tubo germinativo um ramo lateral imediatamente após a saída do esporo. O crescimento posterior do micélio é muito lento. Somente no 9.º dia os esporos germinados formam um flocozinho branco, minúsculo, indistinto à vista desarmada, flocozinho êste com micélio aéreo. As hifas continham protoplasma rico em vacúolos e granulações. Tendiam a formar espessamentos irregulares e intumescências. Sua espessura era extraordinàriamente variável. Não raras vêzes viam-se partir, de uma hifa de 10 micra de espessura, ramos laterais que possuiam apenas 3 micra. As mesmas observações fiz em culturas provenientes dos aglomerados de couve-rábano do ninho. Micélio obtido a partir dos basidiosporos se assemelhava àquele proveniente dêstes últimos. As hifas aéreas eram recurvas ou espiraladas. Após um trato cuidadoso durante 5 semanas (de 20 de fevereiro até 8 de abril de 1892),

o micélio produzido a partir de basidiosporo passou à desejada formação de aglomerados de couve-rábano. Estas estruturas se iniciaram de modo perfeitamente idêntico ao descrito anteriormente para as culturas derivadas de couve-rábano e conforme estão representadas na figura 33 (estampa VII). As culturas cresceram vigorosamente e deram origem às formas conidianas semelhantes em tamanho àquelas que ocorrem nos ninhos. Às vêzes eram mesmo maiores.

Conseguí isso muito mais rapidamente de 27 de março até 4 de abril, isto é, em 8 dias, da seguinte maneira: Cortei com uma faca esterilizada pequenos pedaços da trama do pileo. Plantei-os em solução nutritiva. Êstes cresceram, emitindo hifas em tôdas as direções e formaram, em tempo muito mais breve do que em culturas penosas provenientes de esporos individuais, um micélio vigoroso que passou à formação de couve-rábano. Em quasi tôdas as minhas culturas, cêrca de 30, obtidas a partir de esporos e de pedacinhos da trama do pileo, as couves-rábanos raramente deixaram de aparecer mais cedo ou mais tarde.

Com a couve-rabáno obtida em cultura artificial de *Rozites* realizei novas experiências de alimentação de formigas. *Acrocyrmex subterraneus, A. subterraneus* v. *brunneus* e *disciger* aceitaram diversas vêzes o produto do fungo cultivado artificialmente em soluções do Prof. Brefeld. Administrava o alimento com um fio de platina. Comiam sem deixar resto, com o mesmo apetite que dantes, quando pastavam em sua horta.

Não quero deixar de mencionar que as formigas foram alimentadas com pequenos pedaços arrancados da trama do pileo e do estipe de *Rozites*. Quando em liberdade, nos corpos de frutificação que se achavam sôbre o ninho, um lugar havia sido roído. Havia um buraco visível num corpo de frutificação. Contudo, não foi possível convencer-me se de fato as formigas arrancavam pedaços da carne do fungo quando em liberdade. Isto acontecia com formigas mantidas na prisão, às quais oferecia um pedaço maior quebrado de um estipe do fungo.

Pela obtenção dos curiosos montinhos de couve-rábano, partindo de culturas de basidiosporos, ficou provado, de modo absoluto, que aquêles pileos de Agaricaceae eram na realidade a forma perfeita do fungo cultivado pelas formigas. Ficou demonstrado que suas hifas, que se encontram sem exceção em todos os ninhos das espécies de *Acromyrmex*

pesquisadas, formam os aglomerados de couve-rábano, o pasto das formigas.

Em capítulos anteriores demonstrámos serem justamente estas hifas as formadoras das duas formas de conídias, os fios de pérola e os segmentos de micélio quando crescem sob condições favoráveis. O resultado micológico importante a que se chega vem a ser: as formas de conídias, os fios de pérola e segmentos de micélio pertencem ao ciclo de desenvolvimento de *Rozites gongylophora*.

Coloquei um pedacinho da cultura de fungo crescido sob a influência da formação dos chapéus sôbre papel de filtro úmido em baixo de uma campânula. O pedaço tinha a forma e tamanho daqueles que se vêem ainda presos aos corpos de frutificação da estampa IVa. Encontrava-se, como os da estampa, imediatamente abaixo dos corpos de frutificação. As formigas que nêle ainda se achavam foram retiradas com a pinça. O resultado foi o mesmo que obtive anteriormente, tantas vêzes, quando mantinha culturas de fungo, sem formigas, ao ar úmido. De acôrdo com a massa de hifas, rica e vigorosa, o desenvolvimento foi tão rápido e exuberante como nunca havia sido observado. Já após 24 horas todo o pedaço exposto se achava coberto com delicadas hifas sedosas, brancas. Estas se entrelaçavam no segundo dia, formando um invólucro fofo de diversos centímetros de espessura, recobrindo o fungo. No terceiro dia as conídias fortes o revestiam completamente. Mais tarde apareceram os segmentos irregulares de micélio ligados aos fios de pérola e à forma fraca de conídias. Voltarei a falar da significação micológica disto tudo no fim dêste trabalho.

10. Quais são as plantas cortadas pelas formigas?

O Snr. Prof. Schimper animou-me a estudar mais de perto êste problema, no volume 2 desta série, página 9 e seguintes. Chamou a atenção para a grande significaão do problema. Se tivesse sido resolvido de uma maneira satisfatória, poder-se-ia passar às pesquisas propostas, submetendo as fôlhas das plantas procuradas ou rejeitadas pelas formigas a uma pesquisa comparativa; poder-se-ia «esperar uma

indicação sôbre a natureza da influência exercida pelas formigas sôbre a vegetação, visto a natureza física e química das fôlhas na luta com as formigas cortadeiras ter sido, antes de tudo, fator determinante à existência de espécies e variedades.»

As observações que trago aquí a título complementar constituem apenas uma pequena contribuição à solução do problema. O número de plantas atacadas pelas formigas carregadeiras, perto de Blumenau, é muito grande. Quanto mais se observa, maior se torna o rol das plantas cortadas, aumentando a incerteza em face de todos os dados que indicam ser esta ou aquela planta, ou família de plantas, poupadas pelas formigas. A fôlha de caeté *(Calathea* sp.) nos fornece, na floresta local, um dos exemplos mais frequentes e característicos. Pode-se caminhar durante um ano pelas matas sem observar formigas nela; contudo, ví formigas cortarem fôlhas de caeté. O mesmo acontece com a espécie local de *Heliconia*. Raramente suas fôlhas são cortadas. Contudo, as formigas tosam-lhe as fôlhas em certas circunstâncias. Uma observação geral, em grande parte verídica, dos colonos diz que, dentre as muitas plantas tuberosas cultivadas, o inhame *(Caladium* sp.) é cortado; o taiá *(Colocasia esculenta)* é poupado. Quando certa vez, a título de ensaio, dei dois pedaços de fôlha do mesmo tamanho, da mesma espessura, ambos frescos, dessas duas plantas às minhas formigas presas, ocupadas com a construção da sua cultura, cortaram a fôlha de taiá, deixando a de inhame intacta. Todavia, a observação dos colonos é muito acertada. Muitas vêzes me asseguraram terem as formigas começado a cortar de súbito esta ou aquela planta que durante anos havia sido poupada. Por exemplo, em um jardim muito visitado pelas formigas havia um pé de *Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima* que durante anos havia sido poupado. Um belo dia foi cortado pelas formigas. Parece-me ser quasi impossível organizar, com alguma segurança, um registro de plantas não expostas aos ataques das formigas. Aliás, jamais encontrei gramíneas cortadas, o que coincide com os dados do Prof. Schimper. Solanáceas são muito frequentemente atacadas. Anteras de milho também são cortadas e transportadas para o ninho. O mesmo acontece aos grãos de milho. A lima *(Citrus limonium)* é poupada em Nicarágua, segundo Belt, pelas formigas cortadoras de fôlhas daquela região. Aquí em Blumenau ela não é muito cultivada; contudo, é atacada pela *Acromyrmex disciger.*

A embaúba *(Cecropia adenopus)* é protegida contra as cortadeiras por suas formigas protetoras, pelas informações de Fritz Müller e Schimper. No começo do inverno de 1892 observei, com espanto, durante um passeio a cavalo nestas circunvizinhanças, muitas embaúbas cortadas por formigas. Observando mais de perto, constatei que os troncos estavam densamente povoados por formigas protetoras. As carregadeiras não podiam ter chegado à copa das árvores nem sequer pelos galhos de uma árvore estranha que pendia sôbre aquelas. O Dr. Fritz Müller suspeitou — e isto deve ser a única explicação possivel — que as formigas cortadeiras, neste caso *Acromyrmex disciger,* e as formigas protetoras não são igualmente sensíveis ao frio. Quando a temperatura cái abaixo de certo limite, as formigas protetoras permanecem em um estado semí-rígido, no interior das suas moradias. A temperatura na qual a *Acromyrmex disciger* cessa sua atividade é mais baixa de alguns graus. Em 10 de maio de 1892 observei, a uma temperatura de 12ºC., *A. disciger* em completa atividade. Derrubando ao mesmo tempo árvores de embaúba, não fui molestado pelas formigas protetoras. Isso não é possível em outras ocasiões, conforme se sabe.

Afirma-se geralmente que as plantas cultivadas, introduzidas do velho mundo são particularmente suscetíveis aos ataques das formigas carregadeiras. Para não dar muito valor a êste fato, deve-se levar em consideração que todos os danos sofridos por tais plantas acarretam desagrados ao dono. Ninguem cogita de tomar nota das plantas nativas da mata virgem expostas à destruíção pelas formigas. Um grande número de plantas introduzidas da Europa e de outros continentes são pouco suscetíveis aos ataques. Nos eucaliptais cultivados a título experimental não se registaram prejuizos causados pelas formigas. A planta rami *(Böhmeria),* com a qual se realizaram ensaios de cultura, tampouco sofreu. No jardim os heliotrópios, as magnólias, o louro, introduzidos da Alemanha parecem ser poupados. Dizem que, nas hortas, as variedades de pepino, abóbora, losna, rabanete, aipo e o salsão não são apreciadas pelas formigas cortadeiras. Êstes dados apenas valem pelo ouvir dizer. Não se pode garantir que, de súbito, uma dessas plantas não seja cortada. Segundo os dados do Snr. Dr. Mc Cook, o rabanete e a salsa não são poupados em Texas pela *Atta fervens.* Dizem que no pomar são poupados a *Persea gratissima,* muito cultivada, a fruta de conde *(Anona)* e o mamão *(Carica papaya).* Este

último, eu mesmo observei ter sido poupado durante mêses em um jardim onde as roseiras eram muito procuradas. Fôlhas frescas de bananeiras certamente nunca são cortadas. No entanto, ví no chão fôlhas completamente murchas desta planta, cortadas no inverno e empregadas como material de cobertura de ninhos. Como mencionei, esta cobertura é muitas vêzes mais espêssa no inverno do que no verão. As formigas cortam, para o seu preparo, muitas fôlhas que não são empregadas para a construção da esponja de fungo. No caso das fôlhas sêcas de bananeira certamente sucedia isso. Acredito também que as fôlhas mencionadas, cortadas em casos excepcionais, a saber, fôlhas de *Heliconia*, *Calathea* e as de uma *Ctenanthe* que encontrei uma vez retalhadas, deviam ter servido para a cobertura do ninho e não como meio nutritivo ao fungo. As *Scitamineas,* especialmente certas espécies selvagens de *Hedychium* muito frequentes nas margens dos córregos, algumas espécies de *Canna,* muito comuns, parecem ser, em geral, quasi completamente poupadas.

Quasi que não é possível dizer com segurança quais as plantas da floresta que não sejam retalhadas pelas formigas. Algumas plantas bastante frequentes, de fácil identificação, no seu estado vegetativo são poupadas. Isto sucede, por exemplo, com o palmito *(Euterpe oleracea),* muito frequente nas florestas perto de Blumenau. As fôlhas parecem nunca ser atacadas. Todavia, observei como as formigas cortaram tôda a inflorescência de uma *Euterpe* derrubada, transportando-a ao ninho. Com relação a 2 espécies de *Geonoma* desta região, poder-se-ia afirmar o mesmo; o mesmo vale para diversas figueiras (espécies de *Ficus)* que pertencem aos gigantes da floresta local e para as bromélias em geral. Uma *Vriesea,* muito frequente, ainda não descrita, conforme me disse o Snr. Dr. Fritz Müller, e bastante próxima à *Vriesea tweedieana,* encontrei por diversas vêzes cortada pelas formigas.

Com referência às plantas que são de-fato cortadas, posso, talvez, acrescentar alguma cousa aos dados existentes. Aliás devo limitar-me na maioria das vêzes às citações dos gêneros. O Prof. Schimper citou laranjeiras, romeiras, roseiras, mangueiras, pés de couve e cafeeiro e, entre as plantas naturais, a goiabeira, um *Caladium, Cassia neglecta* e *Alchornea iricurana.* Com exceção das mangueiras e das romeiras, que não são encontradas em Blumenau, observei que tôdas essas são mui frequentemente tosadas.

Quanto às plantas de jardim, acrescentarei que margarida, goivo, pelargônia e dália são cortadas, segundo dados fidedignos. As últimas duas posso afirmar, baseando em minhas próprias observações. Entre os arbustos ornamentais, uma *Lagerströmia* é frequente e bastante atacada. O mesmo sucede com *Ardisia crenulata*. *Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima* já foi mencionada. Suas fôlhas, faceis de serem obtidas, levei-as muitas vêzes aos viveiros de minhas formigas presas. Além disso posso citar que *Olea fragrans* e *Gardenia florida*, que se encontram ambas ao lado de meu jardim, são cortadas.

Na horta são atacadas tôdas as variedades de repolho europeu, os feijões de vara, o feijão preto, que é o prato brasileiro. No pomar os pessegueiros são as primeiras vítimas. A videira também. As flores desta são mais preferidas pelas formigas do que as fôlhas. As bagas, apenas formadas, são transportadas. Das laranjeiras podadas carregam, de preferência, como se sabe, os brotos. As macieiras são tosadas e os morangueiros são prejudicados nos lugares onde se tenta sua cultura. *Averrhoa carambola*, cultivada em muitos jardins por causa de seus frutos, também padece com as formigas cortadeiras.

Entre plantas cultivadas em grande escala, o aipim e a mandioca (*Manihot aipi* e *utilissima*, os feijões pretos já mencionados, a batata, o cará (*Dioscorea*), a batata doce, os cafeeiros novos são vítimas. Uma tentativa de cultivar quineiras falhou em consequencia das formigas.

Entre as plantas selvagens atacadas pela praga, em sua faina destruidora, citaremos: *Schizolobium* sp., *Mimosa* sp., *Inga* sp., *Cuphea* sp., *Psidium piriferum*, muitas espécies de *Melastomaceas*, uma *Amarantacea*, *Sida* sp. *Abutilon* sp., *Sloanea* sp., *Triumfetta* sp., *Dalechampia* sp., *Sebastiana* sp., *Stigmaphyllum* sp., *Cecropia adenopus*, *Celtis* sp., várias *Solanáceas*, *Aegiphila* sp., *Citharexylon* sp., *Thunbergia alata* (asselvajada), *Psychotria* sp., *Vernonia* sp., *Micania* sp., *Trema micrantha*, flores de *Octomeria* sp., *Vriesea* sp., polpa do *Ananas*, *Dichorisandra* sp., *Cyathea* sp., *Pteris aquilina*.

Já foi mencionado anteriormente que da polpa da goiaba as formigas arrancam pedacinhos para transportá-los ao ninho. Também transportam fragmentos de bananas maduras. Atirando-lhes cascas de laranja, logo se ocupam em arrancar as partes internas da casca. Frutos de *Melastomaceas* e *Myrtaceas* de diversas espécies são muito apreciados. Açúcar, farinha, principalmente a farinha de mandioca, são transporta-

dos pelas formigas, quando tiverem oportunidade para isso. Grãos de milho inteiros, ou mais facilmente quirera de milho, são carregados. No meio da cultura de fungo encontrei uma vez um grão de feijão preto. Uma única vez ví as formigas carregar pedacinhos de estrume de vaca decomposto para o ninho. Certamente adubavam sua cultura de maneira muito eficiente.

Quem tiver bons conhecimentos da sistemática das fanerógamas e estiver munido da literatura necessária ao pesquisar a flora local, poderia obter uma longa relação de plantas atacadas pelas formigas cortadeiras. Não conseguiria jamais uma relação completa. Observaria as formigas em arbustos e trepadeiras que não florescem e em ramos baixos de árvores gigantescas cujas copas e flores eu não poderia alcançar. Parece-me que muitas plantas da flora local conseguem manter-se, se bem que sejam cortadas pelas formigas, embora não possuam meios de defesa especiais contra êsse inimigo. A *Thunbergia* anteriormente citada asselvajou-se nas proximidades de Blumenau. E' planta daninha encontrada em todos os cantos. Não é poupada pelas formigas. O mesmo direi a respeito de um *Rumex,* introduzido da Alemanha, e também asselvajado. Deve-se tomar sempre em consideração que as formigas aquí estudadas, na maioria das vêzes, não cortam em uma pequena área em redor do seu ninho tôdas as plantas que lhes seriam úteis, matando-as pela desfolha contínua. Necessitam provavelmente de uma certa variação do meio nutritivo do fungo. Cortam algumas fôlhas duma planta, algumas da próxima, outras de uma outra, sem desnudá-las completamente; transpõem longos caminhos afim de buscar fôlhas de uma determinada árvore, deixando, à direita e à esquerda, plantas intactas que serão cortadas em outras épocas. Isto pode ser diferente no norte da América do Sul, em Nicarágua, por exemplo, onde Th. Belt fêz as suas observações. Lá a influência das formigas sôbre o mundo vegetal será mais significativa. Podemos aceitar isto como verdade, quando êle se refere àquelas «ruas largas de 7 polegadas, com agrupamentos densos». Aquí em Blumenau apenas há ruas nas quais os carregadores caminham em marcha de ganso.

Bem sei que os prejuízos causados pelas formigas carregadeiras às plantações locais são consideráveis. Sei que desfolham por completo plantações inteiras. Não duvido que a sua atividade exerça certa influência na composição da flora. Apenas queria prevenir que não se deve exagerar êste fato.

Capitulo II

As culturas de fungo das formigas peludas (Gênero Apterostigma Mayr)

Enquanto estava ocupado com a observação e o estudo das formigas carregadeiras, a Snra. Anna Brockes, filha mais velha do Dr. Fritz Müller, achou, em junho de 1891, na floresta rente à praça Municipal de Blumenau, um pequeno ninho de formiga com poucos centímetros de diâmetro. Encontrava-se no interior de frutificação apodrecida de um *Polyporus* em forma de casco, cujo córtex havia resistido à ação do tempo, formando um abrigo protetor aberto para o lado de baixo. As formigas que habitavam êste ninho diferenciavam-se, à primeira vista, de tôdas as formigas carregadeiras, por trazerem pêlos muito nítidos de consistência semelhante a lã. Viviam em uma massa esponjosa, fofa, repleta de hifas de fungo, lembrando as culturas das formigas carregadeiras. A Snra. Brockes levou o ninho para casa e observou as formigas durante cêrca de 4 semanas sob campânula de vidro. Deitou-lhes diversas fôlhas que, no entanto, nunca foram cortadas. Contudo, observou que as formigas picavam pequenos pedacinhos da polpa interna de cascas de laranja deitadas na campânula. As formigas eram extremamente tímidas. Levantando-se a campânula de vidro rapidamente ou iluminando-se o prato coberto com a campânula, repentinamente, à noite, tôdas as formigas simulavam estar mortas, como se atendessem a uma voz de comando, permanecendo imóveis em uma posição recurvada, muitas vêzes durante minutos. Como as formigas se demorassem sempre, dentro ou próximo da massa fofa, flocosa, a Snra. Brockes concluiu que também estas formigas deveriam ser cultivadoras de fungo.

Baseando-me nessas informações que me foram dadas, comecei a procurar essas formigas com maior atenção. Descobrí que ocorrem muito frequentemente nas florestas locais,

principalmente em lugares altos, raras vêzes em lugares planos e úmidos. Nas regiões expostas à inundação elas não foram encontradas. Nas numerosas colinas da circunvizinhança de Blumenau nunca as procurei inutilmente, depois de me haver familiarizado com as moradas por elas preferidas. Em troncos de árvores apodrecidos, já a tal ponto decompostos que podem ser triturados com a mão é que se encontram os pequenos ninhos destas formigas peludas. Mais facilmente ainda são encontradas sob a serrapilheira da mata, ao pé de troncos, entre suas raízes laterais. Ocorrem também em diversas casas de cupins e ninhos de abelhas. Apenas em casos raros os ninhos alcançam o tamanho de um punho. Na maioria das vêzes ocupam um espaço de 4 a 8 cms. cúbicos talvez.

Depois de haver examinado uma série de ninhos constatei entre as formigas observadas pequenas diferenças. Não consegui determinar nitidamente os seus característicos e não pude chegar à conclusão se de fato existem diversas espécies destas formigas. Apenas pelos ensinamentos fornecidos tão amavelmente pelo Prof. Forel obtive clareza. O Prof. Forel examinou as formas que lhe enviára, dando-me informações a cada uma das minhas perguntas com uma minuciosidade e amabilidade pela qual não posso deixar de expressar a minha gratidão. O Snr. Forel distinguiu imediatamente 3 espécias diferentes entre as formigas peludas enviadas, a saber: *Apterostigma pilosum* Mayr (Reise der Novara, pag. 111), *Apterostigma mölleri* Forel (Mittheil. der schweizer. entomol. Ges. vol. 8, fasc. 9) e *Apterostigma wasmanni* Forel (no mesmo local como antes), estabelecendo-lhes as diferenças anatômicas em minucioso relato.

Orientado mais ou menos pelos ensinamentos sôbre as diferenças de formas das formigas peludas, prosseguí minhas pesquisas na floresta em maior escala, observando os ninhos mais e mais, a título comparativo. Encontrei, além das diferenças morfológicas, também algumas biológicas e apenas dessa forma foi possível julgar acertadamente as observações micológicas que se seguiram.

De agôsto de 1891 a setembro de 1892, cêrca de 60 dêsses ninhos foram bem estudados. Um número bem maior foi observado superficialmente. Cada ninho contém uma cultura de fungo na qual as formigas vivem. Em todos os casos pesquisados encontrou-se sempre o mesmo fungo, muito diferente, porém, do encontrado nos ninhos das formigas carregadeiras.

Os maiores ninhos são construídos por *Apterostigma wasmanni*. Esta formiga delicada, cujas operárias têm aproximadamente 4 mms. de comprimento, é de côr vermelho-parda. Esta côr não ocorre nas outras espécies ou, se ocorre, é mais fraca. Assim são reconhecidas com segurança, depois de algum treino. O característico de valor, ao leigo, para o reconhecimento desta espécie é a falta de pêlos curtos, entre os longos, que tôdas as espécies de *Apterostigma* trazem.

Os lugares em que se encontram ninhos da *A. Wasmanni* não são outros senão os mencionados atrás. As suas esponjas assemelham-se, na sua estrutura, mais às das formigas cortadeiras. Encontram-se livremente construídas em pequenas cavidades que, se não foram feitas pelas formigas, foram por elas ampliadas. São câmaras unidas, irregulares, separadas por paredes muito delicadas; orificios nas paredes, tambem irregulares, estabelecem a comunicação entre as câmaras. — Ao ar livre é dificil obter uma idéia clara da estrutura dessas culturas. A esponja se desfaz ao ser exposta ou ao menor abalo, quando se tenta remover o substrato sôbre o qual repousa. Mantive estas formigas durante muitos mêses na prisão. Reconstruiram, à minha vista, a cultura que se havia desfeito em pequeníssimos fragmentos ao ser transportada.

Como viveiro empreguei um cristalizador raso, coberto com uma chapa de vidro. Tinha 12 cms. de diâmetro e 4 de altura. Afim de manter a umidade necessária, cobrí o fundo com uma camada lisa, de 1 cm. de alto de areia umedecida. Sôbre esta coloquei tôda a cultura de fungo em frangalhos com todos os moradores que havia captado. Immediatamente começou grande atividade. As partes da cultura foram arrumadas e reconstruídas. Após 24 horas pude observar a formação das paredes das novas câmaras. Certo número de operárias se ocupava com a areia, carregando diligentemente alguns grãos, sem que eu pudesse perceber a intenção delas. Logo, porém, tornou-se evidente que a areia debaixo e ao lado da cultura de fungo era afastada e posta de lado. Depois de alguns dias podia notar dentro do cristalizador uma grande modificação. A areia havia sido amontoada até o último grãozinho em uma metade do espaço. A outra metade estava limpa e, sôbre o fundo do vidro exposto, havia-se formado uma cultura de fungo de uma beleza e delicadeza únicas, na qual se encontravam tôdas as formigas presentes. Apenas algumas se ocupavam fora, nas vizinhanças. Exatamente como no caso das formigas carregadeiras, cada peda-

cinho do substrato esgotado e imprestável da cultura é pôsto de lado. Em consequencia desta atividade, um certo número de formigas é obrigado a deixar o ninho.

Pode-se obter uma idéia exata do aspecto da cultura de fungo destas formigas, quando se examinar um ninho edificado por *Acromyrmex coronatus* subsp. *mölleri,* representado na estampa IVb. A cultura de fungo construída na prisão, pela *Apterostigma wasmanni,* tinha exatamente o tamanho daquela da figura. Imaginem-se as paredes mais delgadas, mais delicadas e frágeis, cavidades menores e mais numerosas que os daquela figura, e chegar-se-á muito próximo da realidade.

Examinando-se a cultura, verifica-se que é construída com partículas pequenas de apenas 1/2 mm. de diâmetro, atravessadas e ligadas por hifas, como as esferazinhas de fôlhas no ninho das formigas cortadeiras. Sob o microscópio não se reconhecem aquí restos de fôlhas, mas restos de fibras de madeira que formam o meio nutritivo do fungo. Apenas em casos excepcionais vêem-se partes de fôlhas. Nunca, porém, se encontram partículas de fôlhas frescas amassadas pelas formigas que, em regra, constituem o material principal na construção das culturas de *Acromyrmex.*

As formigas vivem em madeira apodrecida. Quasi que em todos os troncos nos quais se encontram seus ninhos, se acharão numerosas larvas de besouros e de outros insetos, que esgaravatam o tronco desfeito, enchendo grandes canais com serragem e com seus excrementos compostos de restos de madeira.

Deitei às minhas formigas, depois de terem construído seu ninho, serragem e excrementos de larvas. Tive o prazer de ver como empregaram logo essas substâncias para o aumento da sua cultura. Arrancavam com as mandíbulas partículas muito pequenas de serragem, introduzindo-as, sem as manipular, na cultura. Não desprezavam excrementos de lagartas como substrato para o fungo. As crianças da casa na qual morei ocupavam-se com a criação de borboletas, alimentando lagartas que viviam de fôlhas de bananeira. Dei às minhas formigas algumas das bolas pretas de excremento. Não sabia se elas se serviam ou não dêste substrato. No dia seguinte observei que na cultura, geralmente branca, haviam sido juxtapostas, em diversos lugares, pequenas partículas pretas. O exame microscópico provou imediatamente terem sido tais partículas arrancadas das bolas de excremento das largatas. A estrutura das fôlhas de bananeira podia ser

ainda nítidamente reconhecida. Retirei, para fins de pesquisas, a maioria de tais pedacinhos. Haviam sido colocados no máximo 24 horas antes. Já estavam atravessados em tôdas as direções pelo micélio do fungo. Pelo fato de as partículas pretas de excremento se salientarem das demais partes brancas ou da cultura branca do fungo, podiam-se observar nítidamente os lugares nos quais as formigas introduziam o novo meio nutritivo. Não o colocaram unicamente em cima, onde as paredes estavam sendo levantadas e onde construiram novas cavidades, mas também nas partes já terminadas da cultura juntavam constantemente novas partes da substância nutritiva. O caso não poderia ser outro, pois, conforme foi mencionado, as partículas esgotadas e imprestáveis são constantemente retiradas. Sem essa renovação constante, a cultura logo viria a perecer.

Além disso, dei às formigas farinha de mandioca, que não falta em nenhum lar brasileiro. Atiravam-se gostosamente a ela, quando um bocado era deitado no viveiro. Carregavam-na, grão por grão, para a cultura, onde eram imediatamente introduzidos nos entrelaçados do micélio. Quero notar, logo de início, que tôdas as espécias de *Apterostigma,* bem como as espécies de *Cyphomyrmex* que serão consideradas mais tarde, empregam de preferência, e sem vacilar, a farinha como meio nutritivo para o seu fungo. E' maravilhoso notar como tôdas reconhecem imediatamente o meio nutritivo apropriado para suas culturas nestes grãozinhos que contêm amido, que nem elas, nem tampouco seus antecedentes, viram nesta forma.

Se examinarmos detalhadamente qualquer pedacinho da cultura veremos que é atravessado pelas hifas do fungo. Estas hifas têm uma espessura de 2 a 4 micra. As anastomoses não são tão frequentes como as do fungo de *Acromyrmex.* As hifas são de diâmetro menor. Apresentam um gancho de ligação em cada septo. Ganchos de ligação foram encontrados em hifas de todos os ninhos das espécies de formigas peludas pesquisadas. Pesquisei o micélio de mais de 60 ninhos e sempre encontrei hifas da espessura citada, providas de ganchos nos septos. Nunca observei traço de micélio que desviasse desta norma.

Por êste fato e pelo que demonstrarei mais adiante, tôdas as nossas espécies de *Apterostigma* criam o mesmo fungo. Notável e único é o fato de *A. Wasmanni* haver progredido mais na cultura do que todos os seus parentes. Úni-

camente em seus ninhos, e nunca nos ninhos de outras formigas, encontramos montinhos legítimos de couve-rabano. Ao serem observados à lupa, parecem-se com pequenos flocos brancos, exatamente como os de couve-rábano das formigas carregadeiras. Uma observação cuidadosa, com a lupa, revela não serem tão regularmente formados e não tão densos como aquêles. A pesquisa microscópica prova isso. Na figura 27 (estampa VII) vê-se a representação de um montinho de couve-rábano do fungo de *A. wasmanni*. As couves-rábanos são, neste caso, extremidades de hifas intumescidas em forma de clava. Tais clavas são mais ou menos idênticas na forma. Seu comprimento oscila entre limites mais simples. Não exibem aquela constância das couves-rábanos, mais perfeitas, das formigas carregadeiras.

As intumescências claviformes debalde podem ser procuradas em todo o espaço do ninho fora dos montinhos de couve-rábano. Jamais ocorrem isoladas. Sempre comprimidas, formando aglomerados, são facilmente reconhecíveis à lupa e, mesmo a ôlho nú, depois de algum treino. Nas espécies seguintes isto não sucede. À lupa o micélio parece ser mais desenvolvido em alguns lugares do que em outros quando cresce acima do meio nutritivo. Examinando-se os lugares assim caracterizados, sob o microscópio, acha-se apenas um crescimento mais vigoroso do micélio provido de ganchos e algumas hifas terminando em clavas. Tais clavas aproximam-se, aliás, da forma reproduzida na fig. 27. Irregulares, ora mais cilíndricas, ora mais achatadas, prendem-se por um segmento basal de hifa, que não difere em diâmetro do das hifas comuns. Tôdas essas intumescências estão repletas de protoplasma granulado, rico em vacúolos, e formam, conforforme veremos em seguida, o alimento das formigas.

As espécies de formigas peludas, a serem consideradas em seguida, certamente são parentes próximas, sob o ponto de vista biológico e morfológico, de *A. wasmanni*. A identificação desta última é mais ou menos difícil para o leigo. Sem o apôio amável do Snr. Forel não as teria identificado. Depois que havia ficado atento sôbre as diferenças através de informações minuciosas obtidas por carta do Prof. Forel e principalmente por dispor das descrições exatas da *A. wasmanni* e *mölleri* que me foram enviadas, reiniciei minhas pesquisas no campo, podendo finalmente também encontrar diferenças biológicas entre elas depois de ter comparado mais de 50 ninhos. Convencí-me de que, além das duas espécies

separadas pelo Snr. Prof. Forel, isto é, *A. mölleri* e *pilosum*, ainda ocorre outras forma, que deverá ser diferente. Esta foi primeiramente determinada pelo Snr. Forel como *A. pilosum* e mais tarde (1912) descrita sob o nome de *Apterostigma mayri* var. *discrepans*.

As operárias de *Apterostigma pilosum* são bem 1 mm. mais compridas do que aquelas de tôdas as outras espécies, bem como daquelas de *Apt. mayri* var. *discrepans*. Além disso a sua côr é amarelo-parda, enquanto a coloração das outras espécies é mais vermelho-parda. Em *Apt. Wasmanni* a mistura de côr vermelha é mais nítida. *Apt. pilosum*, entre tôdas, é a que tem mais pêlo. Por conseguinte, em comparação com as espécies afins, o seu nome tem razão de ser. Posso citar um característico biológico desta espécie, característico êste que, segundo as minhas experiências, nunca falha. Coletei ninhozinhos, isto é, as culturas de fungo com seus moradores, em tubos largos de vidro fechados a rolha. Em casa esvaziei êsses tubos sôbre um prato raso. Tratando-se de *Apt. pilosum*, tôdas as formigas despejadas sôbre o prato ficam deitadas em tôdas as posições imagináveis, como se estivessem mortas. Nenhuma delas se mexe. Neste estado permanecem durante minutos; em todos os casos observados, mais de um minuto. Só, então, uma após outra, esticam as antenas que se encontravam retraídas. Movimentam as patas, e logo se erguem para examinar o novo local em que se encontram. Em *Apt. mölleri* e *mayri* v. *discrepans* as formigas despejadas também simulam, às vêzes, estar mortas. Há exceções. Passado um minuto, tôdas as formigas se põem em movimento, correndo em todos os sentidos sôbre o prato. Menos tímida é a *Apt. Wasmanni*.

Por esta particularidade pode-se diferenciar a *mayri* v. *discrepans* sempre de *Apt. pilosum* propriamente dita. Além disso, a operária é, como foi mencionado, um milímetro mais curta e, a sua côr, pardo-avermelhada. Na densidade do pêlo ela fica entre *Apt. pilosum* e *mölleri*. Por sua vez, distingue-se desta última pela sua estrutura acanhada e escultura não nítida no dorso.

No que diz respeito a culturas de fungo podemos considerar as 3 formas citadas em conjunto. Tôdas três vivem em culturas pendentes. Os seus ninhos são muito pequenos. Raras vêzes excedem 3-4 cms. em qualquer direção. Os ninhos são fracamente povoados. Nos de *Apt. pilosum* não encontrei, nunca, mais do que 10 a 20 moradoras em cada um.

Os ninhos, ao serem trazidos do campo ao laboratório, raro chegam intactos. Tôda a estrutura tem tão pouca coesão que se desfaz com o mínimo abalo. Êsses ninhos exibem um característico que não vimos ainda. Tôda a cultura é completa ou parcialmente envolvida por uma película branca, delicada, como uma teia de aranha. Várias vêzes consegui obter ninhos de *Apt. pilosum* comprimidos entre pequenas fendas de madeira apodrecida, sem os lesar. O invólucro envolve, como um saco, tôda a cultura. Apenas havia uma abertura de entrada. O invólucro se prende à madeira podre, às raízes ou às partículas de terra. Está em posição pendente, por meio de alguns fios que dele partem. Assim, torna-se evidente por que o invólucro é rasgado na maioria das vêzes, quando se quer retirar o ninho.

Tôdas estas formigas foram conservadas por mim, repetidas vêzes, e em alguns casos, durante meses, na prisão. Pude convencer-me de que elas sempre constroem ninhos suspensos. Quando deitava, em seus viveiros, pedacinhos de madeira ou de casca de árvore que formavam cantos e cavernas, procuravam elas um dos cantos mais escuros e ocultos, começando a colocar alí partículas de sua cultura na abóbada superior. Quando eram postas em um cristalizador raso de vidro, onde não existia nenhum esconderijo, penduravam a cultura nas paredes verticais do vidro ou na sua tampa. Assim que as partículas, apenas colocadas, se fixavam no local de suspensão pelas hifas que logo apareciam, juntavam novas partículas. Formava-se uma estrutura fofa, constituída por partículas mantidas e atravessadas pelo micélio do fungo. As câmaras e paredes não podiam ser distinguidas com segurança, como nos ninhos anteriores. O ninho é um labirinto, no qual há espaço suficiente para conter as formigas. De preferência nas partes situadas para fora, e nas em contacto imediato com as partes envolventes de madeira e de terra, o micélio aéreo se desenvolve, constituindo o invólucro protetor, sob a cooperação das formigas. Ví invólucros se formarem também nas culturas construidas na prisão. Completamente fechado, em forma de saco, encerrando tôda a cultura de fungo, o invólucro ocorre apenas em *Apt. pilosum* e não em *mayri* v. *discrepans* e *mölleri*. Nestas duas últimas, vê-se estrutura homóloga, descontínua, naquelas partes exteriores, nos pontos em que a cultura está pendurada. Pesquisas microscópicas do invólucro demonstraram que êle é tecido exclusivamente de hifas portadoras de gan-

chos de ligação que atravessam tôda a cultura. Sem a ação de fator externo, uma tal estrutura não poderia ter sido produzida pelo fungo. Devemos admitir que as formigas agem, na construção e formação do invólucro, dirigindo e comprimindo as hifas com auxílio das antenas e patas dianteiras, espalhando-as em um plano e decepando aquelas que crescem desorientadamente.

O meio nutritivo das culturas de fungo das espécies ultimamente consideradas é o mesmo que o das culturas de *Apt. wasmanni*. As experiências já referidas, realizadas com serragem de madeira, excremento de lagartas e farinha, foram repetidas com igual sucesso para tôdas as formigas peludas.

Em 23 de agôsto de 1891 coloquei uma formiga cabeluda sôbre uma chapa de vidro, mantendo-a presa por meio de um vidro de relógio. Com algumas gotas, fêz-se um anel de água entre o bordo do vidro de relógio e a chapa de vidro. Obtinha-se assim umidade necessária no viveiro. A formiga era acessível à observação por meio de uma lupa forte. No dia 24, oferecí-lhe com uma agulha de platina um montinho de couve-rábano do seu ninho. Agarrou-o imediatamente, carregando-o, durante algum tempo, para lá e para cá, no viveiro. Nada comeu dele. Retirei-o. Em 26, repetí o ensaio. Novamente carregou o flocozinho sem o comer. Após 5 minutos, mais ou menos, parou. Passou a devorá-lo, exatamente da maneira descrita para as *Acromyrmex*. As patas dianteiras seguram o alimento, auxiliadas pelas mandíbulas. As antenas, recurvadas, apalpam constantemente o montinho de couve-rábano. Com o aparelho bucal vão sugando e picando o alimento até que êste desaparece. Enquanto o montinho de couve-rábano está sendo comido, é virado constantemente em tôdas as direções. Em 26 de agôsto de 1891 fechei novamente duas formigas peludas, da maneira descrita. A 28 oferecí-lhes couve-rábano proveniente do ninho de uma *Acromyrmex*. Foi recusado. A seguir aceitaram flocos do micélio de seu próprio ninho, comendo-os. Em 3 de setembro rejeitaram ambas, depois de ter passado fome durante 5 dias, repetidamente, a couve-rábano das carregadeiras, aceitando a sua sem hesitação. Em 6 de setembro, depois que uma das prisioneiras havia desaparecido de uma maneira inexplicável, a que havia ficado rejeitou repetidamente a couve-rábano das *Acromyrmex*. Aceitou imediatamente a proveniente do seu ninho. A 10 de se-

tembro o mesmo se deu. A 18 de setembro fiz experiência, utilizando-me de couve-rábano criada pela *Cyphomyrmex strigatus*. Esta couve-rábano foi rejeitada. Em seguida a formiga comeu, sem hesitar, flocozinhos de micélio proveniente de um ninho da sua espécie. A 23 de setembro o ensaio foi repetido com o mesmo sucesso. A formiga permanecia ainda tão ativa como no início, apesar de se encontrar presa durante tanto tempo. Alimentara-se durante mais de um mês sob o vidro de relógio.

Realizei ainda diversos ensaios de alimentação com estas formigas, convencendo-me de que é indiferente provir a cultura de fungo desta ou daquela espécie, na qual cresceram os montinhos de couve-rábano destinados à alimentação. Aceitam-nas indistintamente. Nunca, porém, as formigas cabeludas comeram couve-rábano proveniente dos ninhos das formigas carregadeiras ou das formigas corcundas.

As espécies de *Apterostigma* pesquisadas são, pois, criadoras e comedoras de fungos. Não cortam nem transportam as fôlhas. Nunca formam grandes carreiros fora dos ninhos. Sempre, nas proximidades dêstes, algumas formigas isoladas transportam substâncias nutritivas novas, para a cultura ou dela retiram partículas esgotadas. Não carregam fardos sôbre as cabeças, como as espécies de *Acromyrmex*. As cargas são sustentadas pelas mandíbulas sob a cabeça. Quando a carga é bastante grande fica entre as patas dianteiras. Seus movimentos são deveras atrapalhados por êste modo incômodo de transporte. Nunca poderão transportar peças relativamente tão grandes como as formigas carregadeiras. Tôdas as operárias em um ninho de formigas peludas são de tamanho bastante uniforme. Não há menores nem maiores. Consequentemente não há divisão de trabalho.

Desde a época em que me familiarizei com as formigas peludas, e isto há mais de ano, fiz culturas artificiais a partir do micélio de seus ninhos. Empreguei, nos plantios, montinhos de couve-rábano de *Apterostigma wasmanni*, flocozinhos de micélio das culturas de outras espécies, bem como fragmentos de invólucros. Transplantando partes de micélio para solução nutritiva, obtive quasi que exclusivamente culturas puras. Apenas, excepcionalmente, apareceram hifas estranhas de outros organismos. Concluiremos que isto deve ser atribuído ao cuidadoso asseio das culturas, cujas proximidades sempre estão infestadas por micélios dos mais variados fungos.

O desenvolvimento de tôdas as culturas puras foi sempre

o mesmo. O micélio se desenvolve mais em solução nutritiva. Cresce radialmente em todos os sentidos e de modo uniforme. As hifas, de 3 micra de espessura, comprimem-se densamente, caminhando em linha reta. Apresentam um gancho de ligação em cada septo. Na formação do gancho êste parte da célula distal, isto é, a mais jovem. Quando montinhos escolhidos de couve-rábano de *Apt. wasmanni* eram levados ao meio de cultura, as estruturas clavuladas cresciam, originando quasi que exclusivamente hifas de espessura comum (fig. 31) nas suas extremidades. Lembremo-nos que isto apenas sucedia em casos excepcionais, com as cabecinhas de couve-rábano das formigas carregadeiras. As intumescências murchavam depois de esvaziar o seu conteúdo protoplásmico. Êste fato confirma o que ensina a observação visual, a saber, que as couves-rábanos de *Apt. wasmanni,* de natureza filamentosa, comportam-se diferentemente das couves-rábanos das espécies de *Acromyrmex.* Prestam-se exclusivamente como alimento, em virtude da sua forma claviforme. A sua capacidade de crescer nos ninhos, formando hifas, se perdeu por completo. O seu crescimento em solução nutritiva é lento. As hifas não crescem através de tôda a gota de cultura. Formam apenas uma espécie de almofada circular, da qual se elevam mais tarde as hifas aéreas em grande quantidade. A pequena almofada alcança, mesmo após o cultivo durante 4 semanas sob nutrição constante, apenas um diâmetro de mais de 1 cm. Em tôdas as culturas ocorriam, após 14 dias, hifas aéreas isoladas que produziam, nas suas extremidades, células irregularmente intumescidas, dispostas em cadeia, semelhantes à forma representada na figura 30. Estas estruturas nada têm que ver com as couves-rábanos. Tampouco poderão ser consideradas conídias, já pela sua forma indeterminada, já pelo seu crescimento terminal, já pelo fato de não se destacarem, já por não germinarem. Talvez sejam idênticas às estruturas demonstradas por Brefeld no micélio de espécies de *Radulum* representadas no volume 8, estampa 2, figs. 4 a 5 da sua obra. Em nosso caso tais estruturas ocorrem em tôdas as culturas. São de valor na identificação do fungo.

Em cultura artificial em solução nutritiva não pude alcançar nada mais, se bem que tratasse algumas culturas de 9 de janeiro até 10 de abril. Em todo êsse tempo formaram-se sómente os flocozinhos esféricos, cujos diâmetros aumentavam apenas muito lentamente. Alcançaram êles quasi 1 mm. de espessura, não se levando em conta o micélio aéreo. Em

todo flocozinho examinado se encontravam sempre as mesmas hifas de 3 micra de espessura, providas de ganchos de ligação nos septos.

Comecei novamente a retirar as formigas das culturas de fungo feitas por elas no ninho, sempre melhores e mais volumosas do que as que eu conseguia, para estudar em seguida o desenvolvimento do micélio. Visto serem muito pequenos os ninhos, os meus ensaios também tiveram que ser realizados em menor escala do que aquêles feitos com as formigas carregadeiras; não era possível encher grandes cristalizadores com as culturas de fungo colhidas. Empreguei lâminas que eram mantidas sôbre fôlhas, debaixo de uma campânula mergulhada na água, como procedera com tôdas as culturas em solução nutritiva sôbre lâminas, por mim realizadas. As lâminas foram cobertas com pedaço de papel de filtro umedecido. Sôbre êste colocava pedaços de cultura isenta de seus moradores. Retirava-os de um ninho das formigas peludas. Já no dia seguinte o fungo crescia vigorosamente. Cobria-se de delicadas hifas que, observadas mais detalhadamente exibiam os ganchos de ligação típicos.

A capacidade agricola das formigas pode ser demonstrada pela seguinte experiência: Uma cultura de fungo de *Apt. wasmanni* havia sido reconstruída e bastante ampliada por seus moradores, na prisão. Observava-a no cristalizador, havia mais de um mês. Durante todo êsse tempo não havia aparecido micélio aéreo. Também não havia surgido, em todo espaço do cristalizador que sempre foi mantido úmido, o mínimo vestígio de um outro fungo. Retirei pequena fração desta cultura, afastei as formigas que nela se encontravam e coloquei o material como foi descrito acima. Após 24 horas o micélio se formara. Que poderia ter obstado o seu crescimento durante as quatro semanas anteriores, senão as mandíbulas ativas de nossas formigas?

No feltro de micélio de culturas abandonadas notam-se, inicialmente, apenas filamentos idênticos àqueles que ocorrem nas proprias culturas das formigas. Tais hifas têm a espessura de 3 micra e são providas de ganchos. No segundo dia, no entanto, encontram-se, espalhadas por tôda parte, hifas mais grossas, atingindo até a espessura de 8 micra. Estas lembram, pelo seu protoplasma vigoroso, rico em vacúolos, hifas do fungo das espécies de *Acromyrmex*. Anastomosam-se, semelhantemente àquelas, e são desprovidas de ganchos. Estas hifas prevalecem no segundo e terceiro dia e, em tal abun-

dância, que não se encontram mais as primitivas hifas delicadas, portadoras de ganchos. Só quando procuradas cuidadosamente, conseguem-se encontrar tôdas as transições desejáveis entre êsses 2 micélios de aspecto tão diferente. Encontram-se hifas de todos os graus intermediários de espessura, as que ainda não alcançaram a espessura máxima de 8 micra e as que apenas apresentam na parte inferior alguns ganchos nos septos e, finalmente, as isentas dêstes. O desenvolvimento do micélio aéreo, formado de hifas espêssas, isentas de ganchos, alcança em regra, já no terceiro dia, o seu ponto máximo. O desenvolvimento será tanto mais frondoso quanto maior é a massa de fungo escolhida. O micélio muitas vêzes cresce lateralmente, cobrindo o mataborrão por completo. Agora já se notam, à vista desarmada, em todos os lugares entre o micélio branco, sedoso, cadeias muito tenras formadas de pontinhos brancos como a neve. A pesquisa microscópica permite reconhecermos nessas cadeias o estado conidiano do fungo das formigas peludas. O estado conidiano possue, apesar de certas diferenças características, semelhança notável àquele do *Rozites* das formigas carregadeiras (fig. 29). Hifas inteiras passam à formação de conídias, ramificando-se lateralmente, a intervalos irregulares. Êsses ramos, nascidos perpendicularmente, alcançam comprimento determinado, que importa em média em 50 micra. Intumescem-se, a seguir, na extremidade, afetando a forma esférica. A dilatação esférica é limitada por um septo que ocorre geralmente logo abaixo. Ao redor da intumescência, erguem-se os conidióforos. A figura 28 representa, muito aumentado, o corte transversal de uma tal estrutura. Obtém-se tal figura, montando fragmento de cultura em água sôbre uma lâmina, cobrindo com uma lamínula para, em seguida, examiná-lo sob o microspópio. Os conidióforos, cujo protoplasma está em ligação imediata com o da intumescência, incham. A seguir alongam-se em ponta capilar e, nas extremidades, formam as primeiras conídias. Neste estado têm a forma de uma garrafa. O comprimento total da intumescência central até a conídia, importa em cerca de 13 micra, dos quais 7 pertencem à base e 6 à ponta afilada. Abaixo da primeira conídia nasce uma segunda, uma terceira, etc. Tôda a intumescência se cobre com cadeias de conídias. As conídias são ovais, quasi esféricas. O seu grande diâmetro mede 3 micra. Como acontece às conídias de *Rozites* das formigas carregadeiras, são inicialmente brancas como a neve.

Tomam, à maturação, quando começar a decadência das cadeias, uma côr parda, clara. Finalmente um pó pardo-sujo de conídias cobre as massas de micélio já murchas sôbre os restos esgotados da cultura do fungo.

As conídias descritas, do fungo das formigas cabeludas, obtive-as de modo idêntico a partir de culturas retiradas de 28 ninhos diferentes entre os quais havia 3 ou 4 espécies de *Apterostigma*. Nunca ví estas conídias anteriormente. Uma única cultura de fungo, das 28, não as produziu. Neste caso o material era escasso. Consistia apenas em 4 a 5 flocozinhos minúsculos. Houve formação costumeira do micélio aéreo, e no meio nutritivo não apareceram fungos estranhos. Somente após alguns dias, e depois que já havia começado a decadência dos conidióforos de outras culturas iniciadas ao mesmo tempo, formou-se na lâmina, em apenas 2 lugares, um fungo de conídias verdes que encontrei frequentemente como destruidor de cultura nas mais diversas fases.

A grande semelhança das conídias presentes com aquelas do fungo de *Acromyrmex* foi confirmada, quando semeei as conídias obtidas em solução nutritiva. Como aquelas, somente no segundo dia depois do plantio é que germinaram. A germinação foi irregular. Ao germinarem, crescem de volume até o quádruplo do seu tamanho, produzindo em seguida um tubo germinativo que tem 8 micra diâmetro e a mesma estrutura que as hifas aéreas que crescem na cultura. O tubo germinativo dá origem a um micélio que se anastomosa e se ramifica abundantemente através de tôda gota pendente. Depois de 3 a 5 dias elevam-se as hifas aéreas que produzem conídias idênticas às primeiras. As conídias de *Rozites* se distinguiam por certas intumescências não resultantes de fenômenos patológicos, que se desenvolviam em solução nutritiva completamente pura. O mesmo acontece aquí. E assim, como naquele caso, as couves-rábanos das formigas carregadeiras correspondem a intumescências grandes, esféricas, do micélio (fig. 20), as estruturas alongadas, claviformes, correspondem aquí também às couves-rábanos, alongadas, em forma de clava (comparem-se as figuras 27 e 37). Por carência de espaço representamos apenas uma pequena fração de um tal micélio, oriundo do crescimento vigoroso de conídia em solução nutritiva completamente pura (fig. 37). As intumescências desenhadas representam a multiplicidade das formas que ocorrem. As estruturas claviformes, alongadas, podem ser reconhecidas pela sua variação extrema.

Enquanto se fizerem culturas em solução nutritiva, a partir das formas vegetativas do fungo, não se obtém conídias, mesmo que as culturas sejam mantidas durante mêses. Reciprocamente, podem-se manter culturas produzindo conídias durante long tempo, sem que nunca se alcancem as hifas providas de gancho. Êste fato é tão incompreensível e tão notável como o demonstrado para o caso do fungo de *Acromyrmex*. E contudo essas hifas, por diferentes que pareçam, pertencem ao mesmo fungo. Por enquanto não se pode dizer qual seja a sua forma perfeita. Não será possível obter a solução desta questão no estado atual de nossos conhecimentos. As culturas de fungo das formigas peludas encontram-se, como vimos, sob cascas podres e serragem de madeira. Um fungo de chapéu que delas se formasse mais dificilmente desabrocharia do que nas de *Rozites* das formigas carregadeiras.

Podemos afirmar, no entanto, que o fungo criado pelas formigas cabeludas pertence aos basidiomicetos. A não ser nesta classe, não se conhece ainda nenhum micélio que produza ganchos de ligação. A semelhança da forma conidiana com a de *Rozites* indicaria, ainda, que o fungo deve ser procurado entre os Agaricaceae.

Capitulo III

As culturas de fungo das formigas corcundas (Gênero Cyphomyrmex Mayr)

Há na circunvizinhança de Blumenau ainda um terceiro gênero de formigas cultivadoras e comedoras de fungo. Constatei duas espécies dêste gênero. O Snr. Prof. Forel teve a bondade de me comunicar que o gênero se chama *Cyphomyrmex,* e que as duas espécies aquí encontradas foram descritas por Mayr como *C. auritus* e *C. strigatus* (Mayr, «Südamerikanische Formiciden». V. K. K. bot. zool. Ges. Wien, 1887). Se denominarmos «formigas carregadeiras» as espécies de *Acromyrmex,* se chamarmos «peludas» as espécies de *Apterostigma,* será conveniente empregar para as duas *Cyphomyrmex* o nome de «formigas corcundas».

Os três gêneros que se caracterizam pelo fato de cultivar fungos, são: *Atta, Apterostigma* e *Cyphomyrmex.* Eram separados, conforme deduzí das informações do Snr. Forel. Porém já no «Bulletin de la soc. Vaud. des sc. nat.», XX, n.º 91, 1884, p. 49, o Snr. Prof. Forel provou a afinidade próxima dêsses gêneros e, no «Mitth. der schweiz. entom. Ges.», vol. 8, fasc. 9, 1892, o mesmo mirmecólogo reúne aquêles 3 gêneros a 3 outros *Sericomyrmex, Myrmicocrypta* e *Glyptomyrmex,* formando uma tribu própria dos Attini, na subfamília Myrmicinae. E' notável como a afinidade descoberta, baseada na pesquisa morfológica dos 3 primeiros gêneros mencionados, coincide tão curiosamente com o fenômeno biológico, isto é, cultura de fungos fornecedores de alimentos. Valeria a pena investigar se também os outros gêneros das Attini se assemelham em seus hábitos de vida aos dos gêneros afins.[1]

---

[1]) Atualmente, a tribu dos Attini abrange os seguintes gêneros : *Atta* Fabr., *Acromyrmex* Mayr, *Myrmicocrypta* Sm. (= *Glyptomyrmex* For.), *Apterostigma* Mayr, *Mycocepurus* For., *Cyphomyrmex* Mayr, *Sericomyrmex* Mayr, *Trachymyrmex* For., *Mycetarotes* Em., *Mycetophylax* Em., *Mycetosoritis* Wheel., *Blepharidatta* Wheel., *Pseudoatta* Gall. (Do último gênero só se conhecem machos e femeas; provavelmente não ha casta de operarias). (T. Borgmeier)

Quem procurar pelas formigas peludas nas vizinhanças de Blumenau encontrará logo os pequenos ninhos das formigas corcundas. São construídos exatamente nos mesmos lugares que aquêles. Assemelham-se tanto aos primeiros, assim de relance, que, na pouca luz e sombra das florestas, muitas vêzes não se pode distinguir, à vista desarmada, qual o gênero encontrado. À plena luz isso se faz com facilidade. Mais segura é a distinção com auxílio de uma lente de fraco aumento. Vê-se então que se trata de formigas diferentes, que tambem são cultivadoras de fungo. São menores do que tôdas as espécies de *Apterostigma* e desprovidas de pêlos. São encontradas na circunvizinhança de Blumenau, mais raras vêzes do que as formigas peludas. Ao todo, pesquisei minuciosamente mais de 50 ninhos destas formigas corcundas. Número muito maior examinei apenas superficialmente.

A distinção das 2 espécies do gênero é fácil. *C. auritus*, a forma maior, tem apêndices longos nos cantos posteriores da cabeça, podendo ser por isso facilmente reconhecida. As formigas de *C. auritus* medem 3,8 mm. de comprimento. As de *C. strigatus*, apenas 2,5 mm. Tôdas as operárias são mais ou menos do mesmo tamanho, como no caso das formigas cabeludas. Ambas as espécies de formigas corcundas simulam estar mortas, quando são repetidamente perturbadas ou assustadas. Permanecem em posição recurva durante alguns segundos. Nenhuma delas demora nessa atitude tanto tempo, como acontece com *Apterostigma pilosum*. Os ninhos de ambas as espécies são, na maioria das vêzes, muito pequenos, contendo sempre uma cultura de fungo. Em *C. strigatus* nunca encontrei cultura que ocupasse um espaço maior do que 8 cm. cúbicos. A maioria não alcançava êsse tamanho. Em *C. auritus* ocorrem culturas maiores, porém, isto é raro e excepcional. A maior cultura por mim encontrada estava debaixo da casca de um tronco apodrecido. Tinha 15 cm. de alto e de largo, correspondendo às condições de espaço. As formigas corcundas também aproveitam pequenas cavidades nos substratos mencionados, para aí construir seus ninhos. Ampliam êsses espaços de acôrdo com as necessidades. Podem realizar trabalhos de atêrro tão bem como as carregadeiras e formigas peludas. Conservadas artificialmente em cristalizadores com areia úmida, abrem canais subterrâneos na areia onde se escondem.

As culturas das formigas corcundas nunca são pendentes. Nunca são envolvidas por membrana formada por hifas. Não

obstante, é possível demonstrar entre esponjas de *C. strigatus* e *Apt. Wasmanni* de um lado, *C. auritus* e as outras espécies de *Apterostigma* de outro, relações evidentes de semelhança. A estrutura da esponja de *C. strigatus* é a mesma descrita para *Apt. Wasmanni,* porém, em menor escala. A largura média das cavidades importa, de acôrdo com o pequeno tamanho das formigas, em apenas 2 ou 3 mm. O volume das cavidades da esponja é bastante regular. Suas paredes são duma espessura mais ou menos idêntica. Na estrutura, em forma de colmeia, assemelham-se quasi às culturas das carregadeiras representadas nas estampas III e IVb. No caso de *C. auritus* a estrutura da cultura é irregular, como nas 3 últimas espécies de *Apterostigma.* Cavernas e paredes não podem ser vistas com tôda a nitidez, assemelhando-se mais a um pequeno aglomerado de pequenas pelotas de meio nutritivo, fofamente dispostas, atravessadas pelas hifas e por estas envolvidas.

A estrutura das culturas pode ser estudada em seus detalhes em ninhos artificiais. A cultura, desfeita ao ser recolhida, é imediatamente reedificada na prisão. O ninho é sempre subtraído à ação da luz. Quando se emprega um vaso de vidro como viveiro, as formigas cobrem as paredes transparentes com uma camada de grãos de areia e com as partes esgotadas do meio nutritivo. Como meio nutritivo, empregam as mesmas substâncias que as formigas peludas. Teria que repetir aquí tudo o que falei sôbre o assunto. Fiz também as mesmas experiências referentes ao aproveitamento dos excrementos de lagartas e farinha. As duas espécies de formigas corcundas foram mantidas, separadamente, durante meses, na prisão. Basta que se cuide da umidade necessária em seus viveiros, basta que se introduzam de tempos a tempos pequenas quantidades de substâncias que podem ser empregadas como meio nutritivo ao fungo, para que as culturas sejam mantidas em estado perfeito e puro.

Num cristalizador de 8 cms. de diâmetro e 3 de altura, mantive presa em uma base de areia úmida uma colónia de *C. auritus,* desde janeiro até setembro. Levantava a tampa do cristalizador, sem qualquer cuidado, para observar as formigas. Muitas vêzes introduzí serragem, excremento de besouros, farinha de mandioca, retirando também restos supérfluos daquelas substâncias. Mantive sempre uma umidade regular na cápsula. E apesar de tudo nunca ocorreu, no espaço de 9 meses, a mínima formação de bolor. Isto é uma prova

evidente de que as formigas não só mantêm completamente pura a cultura de fungo, que ocupava no caso presente cêrca de 1/10 da parte do espaço disponível do cristalizador, mas também não deixam crescer na vizinhança da colónia nenhum micélio estranho.

As hifas que crescem nas culturas destas formigas oferecem sempre o mesmo aspecto quando se retiram amostras dos ninhos de ambas. As hifas são desprovidas de ganchos. Assim se diferenciam completamente das hifas dos ninhos das formigas cabeludas. A sua espessura é de cêrca de 3 micra. São, pois, facilmente diferenciadas daquelas dos ninhos de *Acromyrmex*. Anastomoses são frequentes.

No micélio de ambas formam-se os montinhos de couve-rábano. São abundantes, como se fossem pequenos flocos brancos de micélio. Ocorrem em qualquer cultura das formigas corcundas. Servem de alimento às formigas, conforme demonstrarei pelos ensaios de alimentação que serão relatados mais adiante. Os montinhos de couve-rábano das esponjas de *C. auritus* são de forma irregular, ora mais densos, ora mais fofos, ora arredondados, ora mais alongados, enquanto nas culturas de *C. strigatus* são de tamanho bastante uniforme, de forma arredondada, de 1/4 a 1/2 mm. de diâmetro.

As quatro espécies do gênero *Acromyrmex* por nós observadas se nutriam dos montinhos de couve-rábano. Em tôdas as culturas de fungo dessas espécies eram as couves-rábanos, indiscutívelmente, as mesmas. Também as três ou quatro espécies de *Apterostigma* alimentam-se dum mesmo fungo, que é, no entanto, completamente diferente daquele das formigas carregadeiras. O de *Apt. Wasmanni* produz montinhos de couve-rábano que, se considerados como corpos de alimentação, exibem perfeição muito maior do que as estruturas correspondentes das culturas de fungos das demais espécies.

Um outro fungo fornece o alimento às formigas corcundas. Ambas as espécies do gênero *Cyphomyrmex*, criam um mesmo fungo. Assim como *Apt. Wasmanni* sobrepujava as espécies afins na arte da cultura de fungo, *C. strigatus* também cultiva couve-rábano em seu ninho, couve-rábano essa que preenche melhor sua finalidade que a de *C. auritus*.

A figura 26 representa um montinho de couve-rábano da cultura de fungo de *C. strigatus*. Consta de extremidades dilatadas de hifas densamente comprimidas. As células são de espessura mais ou menos constante. Não têm nenhuma forma

regular d:terminada. A sua natureza filamentosa é visível. A dilatação atinge as hifas e as ramificações num comprimento variável, estendendo-se, na maioria dos casos, até suas extremidades. Dilatações como essas, espêssas, de 3 micra, encontram-se apenas em lugares determinados da cultura. Ocorrem nas paredes do ninho, em grupos ou aglomerados compactos, e nunca isoladamente. Êsses aglomerados de couve-rábano medem cêrca de 1/4 a 1/2 mm. de diâmetro.

As couves-rábanos de *C. auritus* são de forma muito irregular. Consistem em um emaranhado de hifas, como representado na figura 25. Também aquí se encontram hifas intumescidas, repletas de protoplasma granuloso, rico em vacúolos. Não são de diâmetro constante. Não se dispõem distalmente nas hifas. São muitas vêzes separadas entre sí por segmentos de hifas que não desviam quasi da espessura comum. Finalmente, neles ocorrem hifas dilatadas, como as representadas na figura, em completa desordem, junto a hifas de mesmo diâmetro que as que crescem através de tôda cultura. Também tais hifas dilatadas não ocorrem em determinados lugares, como nas culturas de *C. strigatus*. Tão pouco o micélio aéreo, formado de hifas intumescidas e comuns, ocorre em tôda a superfície da cultura, mas apenas aqui e acolá em pequenos flocos, não se podendo falar com acêrto aquí de aglomerados de couve-rábano.

A mesma relação que existe entre os montinhos de couve-rábano, perfeitos, de *C. strigatus* com os flocozinhos de micélio de *C. auritus,* existia entre os corpozinhos de alimentação descritos para *Apt. Wasmanni* e aquêles das demais formigas peludas estudadas.

Se compararmos agora os flocozinhos de micélio que servem de alimento, e que são encontrados nas culturas de fungo de *Apt. pilosum, Apt. mölleri, Apt. mayri* v. *discrepans* e *Cyphomyrmex auritus* (fig. 25), ao lado dos observados em *C. strigatus* (fig. 26), *Apt. wasmanni* (fig. 27) e dos das espécies de *Acromyrmex* (fig. 22), e se tomarmos em consideração o fato de que o micélio cresce diferentemente sob a ação de diversas espécies de formigas, produzindo estruturas várias que lhes servem de pasto, seremos levados necessariamente à hipótese de que estas últimas foram obtidas pelas formigas, por meio da seleção artificial.

Assim se explica por que as extremidades das hifas que permanecem curtas e intumescidas são mais procuradas pelas formigas do que as hifas aéreas comuns, delicadas, longas.

Estas últimas não são deixadas crescer, conforme vimos através das experiências feitas com *Acromyrmex*. Se crescessem pujantes, constituiriam para os habitantes do ninho um emaranhado impenetrável. As extremidades curtas, intumescidas, não oferecem tal perigo. O seu crescimento pode ser esperado com tôda a calma. O micélio, que atravessa o meio nutritivo em todos os sentidos, acumula as substâncias nutritivas no bojo das couves-rábanos, oferecendo assim às formigas um alimento rico em forma adequada.

Se há necessidade de tosar as hifas delicadas do micélio que brota, e se as extremidades intumescidas devem ser mantidas até a sua completa formação, torna-se claro que as formigas podem alcançar aquêle objetivo muito mais facilmente, quando as extremidades dilatadas das hifas, isto é, as cabeças de couve-rábano não ocorrem de mistura com o micélio comum, disperssas desordenadamente, mas quando apareceram reunídas em flocos formando aglomerados definidos.

Assim considerados, os montinhos de couve-rábano das formigas carregadeiras são incontestavelmente os mais perfeitos corpos de alimentação. As substâncias nutritivas do micélio, levadas para as extremidades das hifas transformadas em verdadeiras esferas, contêm a máxima reserva no espaço mínimo. Os reservatórios de substâncias nutritivas, isto é, as cabeças de couve-rábano, encontram-se sempre reunidos formando aglomerados arredondados. Seus elementos nunca são encontrados isolados. As cabeças de couve-rábano são estruturas mais recentes. Morfologicamente determinadas, afastam-se tanto da sua natureza filamentosa primitiva, que apenas em casos raros se desenvolvem posteriormente em hifas.

Corpos de alimentação algo menos perfeitos são as couves-rábanos de *Apterostigma wasmanni*. Apesar de não serem esféricos, mas apenas estruturas clavuladas, dispostas em aglomerados de forma indeterminada, seus elementos não são como os do caso anterior. São distais, de forma mais ou menos determinada, constante. A sua natureza filamentosa evidencia-se ainda pelo fato de seus elementos crescerem na forma de hifas comuns, quando mergulhados em solução nutritiva.

Em um grau mais imperfeito encontramos as couves-rábanos de *C. strigatus*. Os aglomerados, e não seus elementos, já se acham um tanto especializados quanto à forma externa. Seus elementos, reservatórios de substâncias nutritivas, não adquiriram forma regular. São apenas extremidades irregula-

res, dilatadas, ramificadas, das hifas. Somente o diâmetro das hifas dilatadas já se tornou aproximadamente constante.

As estruturas mais primitivas encontramo-las finalmente nas culturas de *Cyphomyrmex auritus,* de *Apterostigma pilosum, mölleri* e *mayri* v. *discrepans.* As dilatações não se localizaram ainda. Não há fixidez no diâmetro das hifas. Todos os estados de transição, desde hifas banais até as de considerável espessura, ocorrem em completa mistura. Aliás, a formação de monticulos de couve-rábano destinados à alimentação exibe traços de progresso. Os adensados de micélio aéreo, devorados pelas formigas, portadoras de hifas de espessura comum ao lado de dilatações nítidas mais numerosas, não ocorrem em tôda superfície da cultura, sendo já agrupadas em certas áreas, embora mantenham ainda forma irregular de desenvolvimento.

À luz das considerações comparativas acima, a evolução dos curiosos aglomerados de couve-rábano das culturas de fungo das formigas carregadeiras é patente. Ocupam o extremo mais avançado de uma série de estruturas que vão progredindo gradativamente. Os diversos componentes da série dispõem-se em uma ordem contínua, sendo representados pelos corpusculos alimenticios encontrados nos demais gêneros estudados.

Falta demonstrar que também as formigas corcundas realmente comem as couves-rábanos criadas nas culturas de fungo. Realizei diversos ensaios de alimentação exatamente na maneira descrita para as formigas cabeludas.

Uma operária de *C. auritus* posta em prisão em 14 de abril de 1892 rejeitou no dia seguinte a couve-rábano de um ninho de *Acromyrmex.* Aceitou imediatamente a proveniente do seu próprio ninho. A mesma experiência, com o mesmo sucesso, foi repetida diversas vêzes. Oferecí êsse alimento, como em casos anteriores, trazendo-o na ponta de uma agulha de platina limpa. A agulha deve estar completamente limpa, ou melhor, flambada. Observei que, limpando-se a agulha com as pontas dos dedos, falha, às vêzes, o sucesso da experiência de alimentação. Na maneira de comer não se observou diferença alguma entre as formigas corcundas e as formigas peludas. As observações feitas anteriormente neste sentido sôbre as formigas peludas também valem para êste caso.

Duas operárias de *C. auritus* presas em 17 de janeiro de 1892 rejeitaram a 18 o fungo das formigas peludas. Comeram em seguida flocozinhos de micélio de seu próprio

ninho. Uma *C. auritus*, presa em 24 de agôsto, comeu a 28, sem hesitação, a couve-rábano de cultura de *C. strigatus*.

Realizei numerosos plantios do fungo das formigas corcundas em solução nutritiva, em tôdas as épocas do ano. Provinham de couve-rábano de *C. strigatus*, assim como das dilatações irregulares do micélio de *C. auritus*, como também de quaisquer fragmentos de micélio dos ninhos de ambas as espécies. Em todos os casos os micélios se desenvolveram. As couves-rábanos cresceram por meio de hifas em quasi tôdas as dilatações. As hifas se irradiam em tôdas as direções. Têm a espessura de 3 micra e frequentemente se anastomosam. Um flocozinho branco, fofo, de micélio aéreo logo se forma e as hifas aéreas se retorcem em espirais, como as observadas para o caso do fungo das carregadeiras. O desenvolvimento posterior se processa lentamente. Não se forma um micélio fofo que cresça através da gota pendente. Mas o flocozinho de micélio inicialmente formado, esférico, aumenta pelo crescimento das margens.

Após um trato de 15 dias a 3 semanas encontram-se nas hifas isoladas do micélio, e em ordem irregular, as dilatações que não se diferenciam em nada das representadas na figura 25.

Sómente em poucos casos, nas culturas provenientes de couve-rábano de *C. strigatus*, foram obtidos em cultura artificial, num espaço de 17 dias, aglomerados de couve-rábano legítimos conforme ocorrem nos ninhos desta última espécie. Apenas as dilatações que correspondiam exatamente à forma da figura 26 eram um pouco mais frouxamente ligadas do que costuma suceder com as couves-rábanos crescidas sob a influência das formigas.

Com as couves-rábanos artificialmente obtidas fizeramse experiências de alimentação. Retiradas do micélio espalhado na solução nutritiva por meio de uma agulha, alimentei com elas as 2 espécies de formigas corcundas. Ambas aceitaram os corpúsculos produzidos na solução nutritiva, não hesitando em os devorar, sem deixar restos.

Capitulo IV

IV. Discussão

Em *Rozites gongylophora* ficámos conhecendo uma agaricínea parente das Amanitas, que, além de produzir basidiosporos férteis, produz ainda duas espécies de conídias. Até agora isso não foi observado em nenhum outro himenomiceto. O estado perfeito do fungo das formigas peludas não foi encontrado. Como o micélio dêste último apresenta em cada septo um gancho de ligação, podemos afirmar, sem receio, que a sua posição é entre os himenomicetos. Produz um estado conidiano semelhante aos que ocorrem em *Rozites gongylophora*. Êstes fatos, puramente micológicos, constituem a parte mais importante das pesquisas descritas nos capítulos anteriores.

Como conciliar êstes resultados com os conhecimentos atuais sôbre basidiomicetos e as suas formas secundárias de frutificação?

À primeira vista parece ser difícil de se compreender como um himenomiceto possa ter duas formas de conídias, ambas de semelhança incontestável a muitas conídias ocorrendo nos ascomicetos, mas desviando grandemente de tudo quanto foi encontrado como pertencente à forma imperfeita dos basidiomicetos.

Adotemos, porém, aquêle ponto de vista elevado, seguro e independente, estabelecido por Brefeld, para julgarmos problemas como êste. Sigamos Brefeld, através daquelas idéias que se encontram registadas principalmente nos volumes 8, 9 e no fim do volume 10 de sua obra. Assim alcançaremos a compreensão dos novos fatos, que já não parecem estranhos, mas se enquadram no sistema criado por Brefeld, nas lacunas mantidas abertas propositalmente, afim de que nelas se encaixassem formas não conhecidas. E' isto que pretendo demonstrar no presente capítulo.

Antes da publicação dos volumes 7 e 8 dos «Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie», conheciam-

se bem poucas frutificações secundarias dos basidiomicetos. Podia-se caracterizar, naquela época, todo o grupo dos basidiomicetos pela sua pobreza em formas de frutificação secundárias. Isto contrastava com os ascomicetos, nos quais se conheciam grande número de conídias de formas múltiplas. «Êste ponto de vista a respeito das formas de frutificação secundárias dos basidiomicetos — diz Brefeld (vol. 8, pg. 187) — se modifica completamente pelas novas pesquisas de cultura realizadas, se bem que estas se estendam apenas a uma fração das formas conhecidas. Os numerosos e diferentes resultados obtidos a partir da cultura sistemática dos fungos demonstra que os basidiomicetos não ficam atrás dos demais grupos, nem dos ascomicetos, grupo particularmente pleomórfico no que diz respeito à multiplicidade e variação de formas de frutificação.»

Esta generalização poderia, talvez, ser tomada, por muitos leitores do vol. 8 da obra de Brefeld, como ousada, pois, quando se confronta o número de formas de conídias encontradas nos ascomicetos com aquêle observado nos basidiomicetos, resulta grande preponderância dos primeiros. A generalização baseava-se, já naquela época, sôbre os resultados das numerosas pesquisas sôbre os ascomicetos, que puderam ser publicados apenas mais tarde, nos volumes 9 e 10 da obra de Brefeld. Mais de 200 basidiomicetos haviam sido examinados sob o ponto de vista de seu ciclo de vida. Juntem-se a êste número mais de 400 ascomicetos. Baseado neste rico cabedal de fatos, reconheceu-se, com clareza, que os ascomicetos e basidiomicetos formam séries paralelas aos fungos filamentosos mais elevados. Ambas as séries evolutivas podem ser relacionadas a formas básicas comuns, existentes nos zigomicetos e comicetos. Uma primeira série vai atrávés das *Hemiascíneas* até as *Exoascíneas* e *Carpoascíneas*. A segunda, através dos *Hemibasidiomicetos*, vai até as *Uredíneas* desde a família dos *Protobasidiomicetos*, tanto tempo desconhecida e, contudo, tão nitidamente caracterizada, até os *Autobasidiomicetos*. Tal disposição foi realizada com segurança e naturalidade tais que não pode ser deixada de lado em considerações filogenéticas.

E' evidente que os estados conidianos que ocorrem nos ascomicetos e basidiomicetos tiveram a mesma origem nas formas mais primitivas portadoras de conídias. Será de admirar que tais estados conidianos ocorram tanto num como noutro grupo em forma semelhante ou mesmo igual? Em um

e outro havia esporos que germinavam imediatamente sem tubo germinativo para formar conídias. Em um e outro existe o brotamento produzindo gerações infindas, como forma particular de produção de conídias. Em ambos existem conídias minúsculas, em parte incapazes de germinar. As espermátias, na maioria das vêzes formadas em quantidades imensas, encontram-se em hifas especializadas do micélio. Finalmente os espermogônios, espécies de reservatórios mais ou menos fechados, se encontram nos ascomicetos e basidiomicetos. Estruturas maiores, capazes de germinar, sempre tidas como conídias, ocorrem em ambos os grupos. Primitivamente dispostas em uma ordem irregular, ao lado das hifas, tornam-se mais determinadas, deslocando-se para suas extremidades. Os conidióforos se modificam. Formam-se aquelas cabecinhas de conídias características, comparáveis às de *Aspergillus*. «No que diz respeito às diversas frutificações secundárias, sua formação, sua existência, de acôrdo com as pesquisas precedentes dos basidiomicetos, a grande diferença até então aceita, diferença essa particularmente acentuada entre os ascomicetos e basidiomicetos, já foi corrigida; e não só corrigida, mas equilibrada, chegando-se a uma perfeita concordância morfológica entre ambos os grupos dos fungos superiores». (vol. 9, pg. 19) Sob o ponto de vista da morfologia comparada, o número dos estados conidianos dos basidiomicetos, até então inferior ao dos ascomicetos, não tem a mínima importância. Todos os tipos observados nesses últimos foram demonstrados existir nos primeiros.

Nas cabeças de conídias de *Heterobasidium annosum* foram encontradas formas de conídias semelhantes às basídias. Eram tão semelhantes, a ponto de não poderem ser diferenciadas das que haviam sido descobertas em certas *Pezizas*. O que foi observado em *Heterobasidium*, isto é a demonstração da existência de cabeças de conidias como parte do ciclo de uma Polyporácea altamente desenvolvida, era coisa rara. Haveria, de acôrdo com os fatos anteriores, qualquer probabilidade de êste permanecer o único? Entre as centenas de Polyporaceas conhecidas, produtoras de basídias, deveria existir apenas esta única forma capaz de formar conídias? Em todo o grande grupo dos himenomicetos, caracterizado pela basídia de 4 esporos, haveria apenas uma espécie que conservasse a frutificação conidiana tão vantajosa para a expansão da espécie? — B r e f e l d mesmo nunca aceitou isto como verdade. Demonstrou êle nitidamente o lugar, no sistema na-

tural dos fungos, onde poderemos colocar o fungo das formigas. «Grandes conidióforos de forma característica, portadores de conídias capazes de germinar, foram encontrados, conforme se expressa B r e f e l d (vol. 9, pg. 9), em um pequeno número de basidiomicetos. Com tôda certeza existem outros tipos que serão encontrados posteriormente.» — Se *Heterobasidium* formar cabeças de conídias quasi idênticas às de *Peziza vesiculosa* e *Peziza repanda,* se tôdas as outras formas de conídias forem encontradas igualmente nos basidiomicetos e ascomicetos, parece natural que nos himenomicetos também existam cabeças de conídias, semelhantes às de *Aspergillus,* isto é, dilatações providas de estruturas semelhantes a basídias, produzindo cadeia de conídias. As formas conidianas encontradas em *Rozites gongylophora* e no fungo das formigas cabeludas (provavelmente pertencente aos himenomicetos) são dêsse tipo.

Foi, por assim dizer, um acaso feliz que nos tornou possível provar que formas de conídias pertencem em um caso a *Rozites* e, no outro, com grande probabilidade, a um himenomiceto. Caso os pileos de *Rozites gongylophora* tivessem sido encontrados isolados e a relação direta com o fungo criado pelas formigas tivesse passado despercebida, está claro pelos resultados acima comunicados das minhas pesquisas que, sómente pela cultura artificial de basidiosporos ou pela obtenção de culturas a partir de fragmentos do pileo, nunca teria sido possível demonstrar a relação das formas conidianas para com o fungo.

Não se sabe ainda ao certo quais as condições capazes de determinar a formação das formas perfeitas dos ascomicetos e basidiomicetos. Para os ascomicetos, ficou estabelecido, após grande número de experiências, que se pode manter o estado conidiano em cultura durante um período muito longo, sem que jamais seja formado o estado perfeito correspondente. «*Penicillium* às vêzes forma seu estado perfeito ascógeno. Outras vêzes, sob as mesmas circunstâncias, êstes nunca são produzidos» (Bref. X, pg. 349). Com basidiomicetos, apenas em poucos casos se conseguiu produzir a forma perfeita artificialmente, mesmo quando os micélios do fungo respectivo crescem vigorosamente nos meios nutritivos empregados.

Tão pouco sabemos acêrca das condições que determinam o aparecimento dos estados conidianos. «Muitos ascomicetos às vêzes produzem em cultura formas conidianas; outras vêzes, sob as mesmas condições, apenas micélio estéril. Demonstrá-

mos que, conforme seja o esporo, as culturas também variam. Não se deve concluir, portanto, quando uma cultura não produz conídias, que o asco seja a unica frutificação do fungo respectivo.» (Bref. X, pg. 341).

Exatamente o mesmo se pode dizer, segundo creio, com relação aos basidiomicetos. Os resultados dêste trabalho são a prova. Vimos que os pequenos aglomerados de micélio dos fungos das formigas, quando mantidos sôbre papel de filtro úmido, em atmosfera fechada formavam conídias. Êsses mesmos aglomerados, levados a soluções nutritivas, nunca produziram conídias, esgotando-se em estruturas puramentre vegetativas que ficamos conhecendo sob a denominação de couve-rábano. Parece, pois, que diferenças na natureza química e, talvez, ainda mais na natureza física do substrato têm uma grande influência sôbre a direção do desenvolvimento do micélio. — No fungo das formigas peludas, vimos como o micélio de hifas delicadas, portadoras de ganchos, se transforma, sob condições apropriadas, em hifas grossas, sem ganchos. Nenhum micologista consideraria, de acôrdo com a experimentação atual, que fizessem parte daquele micélio delicado. Êste último permanece imutavel nas culturas em soluções nutritivas; nunca forma conídias. No meio nutritivo preparado pelas formigas a sua transformação se processa com regularidade; surgem as conídias. De acôrdo com o conhecimento atual dos himenomicetos, podemos dizer, portanto: a ausência de conídias em culturas em solução nutritiva não indica a ausência delas. Com grande probabilidade, além dos clamidosporos demonstrados para êste grupo de fungos já em tão grande multiplicidade (aos quais pertencem os Oídios), ainda existem numerosas e variadas formas conidianas a serem encontradas futuramente.

Demonstrámos para *Rozites gongylophora* duas formas diferentes de conídias (vejam-se figs. 9 e 11, estampa V). Não há dificuldades em se admitir isto, logo que nos inteirarmos das observações correspondentes nos ascomicetos. Em muitas espécies dos ascomicetos ocorrem, como já se sabe há muito tempo, ao lado do estado perfeito, várias formas de conídias. Brefeld diz a êste respeito (vol. X, pg. 346): «Ainda é possível o desenvolvimento morfológico das conídias ao longo duma terceira direção. Durante o desenvolvimento de culturas monospóricas de conídias de *Nectria coccinea* ou *Heterosphaeria Patella* há alteração na forma dêsses esporos. Produzem, por estrangulamento, dois tipos de coní-

dias, quando não produzem dois tipos diferentes de conidióforos, conforme vimos em *Nectria*. Nesta se formam, às vêzes, dilatações em forma de cabeça; outras vêzes os esporos são produzidos em cadeias.»

«Esta divisão em duas espécies de conídias realiza-se sob condições diferentes. Geralmente aparece uma segunda forma de esporos, após a primeira, no mesmo conidióforo, sendo completamente indiferente se se trata dum conidióforo simples ou de um verdadeiro corpo de frutificação; é o caso de *Diaporthe* com dois tipos de *pycnosporos*. Às vêzes as duas conídias se formam em conidióforos separados ou corpos de frutificação individuais, sendo as conídias neles produzidas dum mesmo e único tipo, como em *Pleomassaria rhodostoma*. — As conídias podem prosseguir ao longo das vias de desenvolvimento supracitadas, na sua diferenciação posterior. Em *Heterosphaeria Patella*, por exemplo, conídias ovais correspondem aos conidióforos individuais. As conídias recurvas, também pertencentes à forma imperfeita, são transformadas em picnídios».

Quasi que não é necessário acrescentar nada às exposições de Brefeld, para explicar o caso de *Rozites*. São óbvias. As estreitas relações entre ambas as formas de conídias, como foram descritas detalhadamente, são evidentes. Não será difícil derivá-las de uma forma primitiva comum. A forma de conídias que denominámos «forte» é mais recente. As clavas portadoras de conídias não ocorrem mais isoladamente em hifas arbitrárias, mas se localizam em determinadas partes do micélio modificado. Dispostos em forma de cachos, os ramos transformaram-se em clavas portadoras de conídias.

Já mencionei (pg. 58) casos nos quais os conidióforos descritos ainda eram quasi que ultrapassados. Hifas, num emaranhado irregular, se recobriam, na sua totalidade, em tôdas as direções, com as clavas portadoras de conídias. Formavam também tramas nas quais não se reconheciam mais a estrutura em forma de cachos. Nestes casos, em lugar de cadeias, se formavam, em cada filíade, apenas uma conídia que ultrapassava de tamanho as conídias comuns, catenuladas. As cadeias, formadas dêste modo, tinham um comprimento de 8 micra e 3 a 4 micra de largura. Eram, portanto, completamente iguais aos basidiosporos de *Rozites*, com os quais também concordam por sua côr pardo-clara.

Pelo que acaba de ser dito, não resta dúvida de que a forma «forte» de conídias de *Rozites* é mais próxima das basídias verdadeiras do que a «fraca». No entanto, não pode

ser colocada no mesmo nível que as formas conidianas encontradas ao lado das basídias de *Heterobasidium annosum* e *Tomentella flava*. Ainda que as clavas de conídias de *Rozites* passassem à formação de 4 esporos, possuiam, em lugar dos esterigmas simples das basídias, as filíades alongadas de base esférica, descritas acima, e diferiam muito das basídias verdadeiras. Dêste modo, o ponto de vista claro e certo de B r e f e l d, a saber, que a basídia não é nada mais senão um conidióforo altamente diferenciado, não ficou alterado. Se nós lembrarmos dos exemplos citados dos ascomicetos, que uma forma de conídias é passível de originar duas outras difeferentes, capazes de coexistir ao mesmo tempo, independentemente uma da outra, nada se opõe à hipótese de que cada uma delas possa originar novas. Apenas de uma, dentre as diversas formas de conídias derivadas de uma forma primitiva, originou-se a basídia. Ao lado desta podiam persistir uma ou mais formas de conídias. A maior ou menor semelhança entre as basídias e conídias, que atualmente se encontram lado a lado, depende, provavelmente, da história evolutiva individual e, sôbre esta, podemos apenas formular hipóteses. Quanto mais cedo se verificou a separação daquele ramo da forma de conídias que deu origem às basídias, mais tempo havia para as conídias remanescentes se transformarem, e tanto maior será a distancia entre o aspéto atual delas e aquêle das basídias.

Partindo destas considerações, acredito que a compreensão das formas demonstradas no ciclo evolutivo de *Rozites gongylophora* não encontrará dificuldades. O fato, aparentemente surpreendente, de uma agaricínea altamente desenvolvida possuir, ao lado das basídias, duas formas de conídias não passa duma nova confirmação do ponto de vista fundamentado por B r e f e l d, de que os ascomicetos e basídiomicetos representam séries paralelas de fungos elevados, provenientes de formas básicas comuns.

A presença dos ascos, isto é, de esporângios mais desenvolvidos e mais completamente adatados à vida terrestre, constitue a diferença fundamental entre ascomicetos e basídiomicetos. As conídias, porém, não constituem, na maneira da sua ocorrência e na múltipla variação da sua forma, um característico distintivo, mas comum em tôdas as suas particularidades. Apenas a forma mais perfeita alcançada pela conídia, isto é, a basídia, constitue o caráter dos basidiomicetos, pelo qual se diferenciam nitidamente de todos os ascomicetos até agora conhecidos.

Apêndice

Observações acerca das formigas coletadas

Durante minhas pesquisas registei uma série de observações em formigas que não se encontravam em relação imediata com o fim a que visava neste trabalho. Algumas são importantes ao mirmecólogo. Outras servem apenas de estímulo para pesquisas posteriores.

Nas 3 espécies de *Acromyrmex* estudadas, a saber, *disciger, subterraneus* e var. *brunneus,* o aparecimento de insetos sexuais, aquí em Blumenau, segundo pude apurar, se dá exclusivamente nos meses de dezembro e janeiro. Apesar do grande número de ninhos examinados em tôdas as épocas do ano, com o fim de obter culturas de fungo isentas de formigas, nunca se observaram insetos sexuais fora dêsse tempo. As únicas exceções foram uma fêmea sem asas, de *A. subterraneus,* encontrada a 14 de abril de 1892, e outra de *A. disciger,* na cultura de fungo, em 23 de julho de 1892. De fins de janeiro até maio encontram-se larvas e pupas, quasi sem exceção, em todos os ninhos. Depois de 20 de maio não se encontram mais larvas, mas sim pupas, na maioria dos ninhos. Em fins de maio e no comêço de junho, processa-se a coloração das últimas pupas. Do dia 10 de junho em diante não se encontravam ovos, nem larvas e nem pupas. No ano de 1891, e igualmente em 1892, encontraram-se, de fins de junho a comêço de agôsto, em quasi todos os ninhos, quantidades surpreendentes de ovos, se bem que não se descobrissem nos ninhos correspondentes, apesar de muita procura, as fêmeas. O tamanho dos ovos alongados é de 450 micra de comprimento e 320 micra de diâmetro. Os ovos não se encontram isolados, mas sim reunídos em montinhos de 10 até mais de 100. São completamente envolvidos por hifas frouxamente entreleçadas. Todo montinho se recobre, mais ou menos espessamente, pelas hifas. As hifas são as mesmas que cres-

cem através das culturas. E' necessário supor que a formiga envolve os seus ovos, propositalmente, nas hifas. Orienta-as, e talvez mesmo tece-as, como no caso de *Apterostigma pilosum,* afim de proteger tôda a cultura com um manto de micélio semelhante a um saco. Quando se destróe uma cultura de fungo, na qual se encontram ovos, vê-se logo como as formigas carregam os pequenos pacotes de ovos envolvidos pelo micélio. Poder-se-ia acreditar que o curioso acondicionamento dos ovos tem por fim reuní-los em grande número, para facilitar o transporte. Uma formiga pode transportar, graças àquele acondicionamento, mais de 100 ovos de uma vez. A começar de fins de setembro, encontram-se, de novo, larvas e pupas nos ninhos, até o aparecimento dos insetos alados em dezembro.

Não sou capaz de explicar de onde provêm os pacotinhos de ovos, frequentes em todos os ninhos, desde o comêço de agôsto. Com exceção dos casos citados, nunca foi possível encontrar fêmeas nos respectivos ninhos. A fêmea sem asas de 23 de julho, conservei-a em prisão junto às operárias. A cultura foi cuidadosamente reconstruída, da maneira comum. A título experimental, separei a fêmea em 10 de agôsto, por uma noite. Coloquei-a sob um vidro de relógio, sôbre uma chapa de vidro. Apenas um flocozinho da cultura servia-lhe de alimento. A formiga pôz, das 9 horas da noite até às 9 da manhã, 51 ovos. Parece-me possível, se bem que não muito provável, que cada ninho hája apenas uma ou muito poucas fêmeas, das quais se descobriu uma em caso excepcional. Se as fêmeas faltarem realmente nesta estação, os ovos devem ter sido postos por operárias. O Dr. Fritz Müller já averigou, há muitos anos, que as operárias das formigas carregadeiras podem carregar ao menos 1 ovo maduro em seu ventre.

As larvas de *Acromyrmex* estão envoltas por uma pele branca, quasi brilhante. Sôbre a epiderme encontram-se pêlos pardos, bem distantes um do outro, que se bifurcam na extremidade, sendo ambos os ramos afilados e recurvados como uma âncora (fig. 36 estampa VII). Êstes pêlos têm um comprimento de 170 micra. Quando se perturba um ninho de formigas, as pequenas operárias carregam larvas que lhes são muitas vêzes maiores. As minúsculas carregadoras são incapazes de abrir as mandíbulas, tanto quanto seria necessário para segurar as grandes larvas lisas. Suponho que os pêlos descritos, com as suas fisgas, servem de apoio às mandíbulas.

Assim como os ovos sempre estão cobertos pelas hifas, assim acontece frequentemente com as pupas núas. Estão, por assim dizer, envoltas em um tecido frouxo. Sabemos, pelas múltiplas observações do Snr. Prof. Forel, que as formigas cuidam com todo zêlo do asseio de suas pupas. E' o que acontece com as formigas carregadeiras. Será apenas necessário colocar algumas pupas sujas, com terra, junto a algumas operárias em prisão, para se ver como, em pouco tempo, as pupas ficam cuidadosamente limpas. Não se pode dizer que as formigas deixam formar o invólucro das pupas por desleixo. Parece que as pupas são envolvidas de todos os lados, propositada e regularmente, com as hifas. Nunca, porém, encontrei tôdas as pupas de um ninho acondicionadas assim. A maior parte está livre e limpa. Não sou capaz de achar uma explicação para êsse fato curioso.

As formigas peludas *(Apterostigma)* comportam-se bem diferentemente das carregadeiras, no que diz respeito ao aparecimento de insetos sexuais. Entre estas últimas, a existência de insetos sexuais, ovos, larvas e pupas era bastante semelhante em tôdas as épocas do ano e em todos os ninhos que examinei. Entre as formigas peludas parece predominar, no entanto, uma completa irregularidade, quanto ao aparecimento de todos êsses tipos. O que se encontrava, no mesmo dia, em diversos ninhos da mesma espécie era, muitas vêzes, completamente diferente no dia seguinte. Em geral, essas observações parecem aplicar-se às diversas espécies de formigas peludas. Todavia, minhas observações, que abrangem cêrca de 100 ninhos, não bastam para permitir conclusões seguras a êste respeito.

Insetos sexuais foram encontrados, na maioria dos ninhos, em tôdas as épocas do ano. Ora eram providos de asas, ora sem elas, ora com asas e sem elas ao mesmo tempo. Observei diversas vêzes, em formigas mantidas em prisão, que os machos e as fêmeas vivem diversos meses sem deixar as asas. Em um ninho de *Apt. wasmanni*, por exemplo, encontrado em 17 de maio, achava-se um grande número de insetos sexuais providos de asas. A cultura de fungo e todos os seus moradores foram colocados em um cristalizador de vidro, com areia úmida. Foi reconstruída cuidadosamente pelas obreiras. Os insetos sexuais, juntamente introduzidos, viveram até comêço de setembro, com as asas. Por esta época perderam as asas. Os machos desapareceram, enquanto as fêmeas ainda continuaram a viver junto às operárias. Também conservei insetos

sexuais de *Apterostigma pilosum* e *Apt. mayri* v. *discrepans*, providos de asas, durante alguns meses na prisão. Em abril encontrei uma vez, em um ninho, 10 machos com asas e nenhuma fêmea. Tratava-se de um caso excepcional, muito embora tivésse observado frequentemente fêmeas sem machos. Por muitas vezes encontraram-se, no mesmo dia, em vários ninhos, numerosos insetos sexuais. Em outros, apenas as operárias. Sem exceção alguma, nunca encontrei larvas e pupas no período de abril até fim do ano. Encontrei muitas larvas e pupas, em muitos ninhos, de janeiro a abril. O aparecimento frequente de ovos isolados na cultura de fungo, em maio e junho, se torna assim explicado. Os ovos neste caso estão frequentemente envolvidos, mas não sempre, por invólucros de hifas. Nunca se encontram em maior número, formando pequenos pacotes. A membrana de hifas também ocorre, com frequencia, nas pupas das formigas peludas.

Para as formigas corcundas *(Cyphomyrmex)* se observa, com algumas diferenças, o que acabei de dizer acêrca das formigas peludas. Uma pupa envolta em hifas foi encontrada excepcionalmente em 20 de maio. Se bem que examinasse, a começar dessa época até fins de setembro, em cada mês, um grande número de ninhos, nunca mais encontrei uma larva ou pupa nesses meses. Como acontece às formigas peludas, os ovos das formigas corcundas, no mês de junho, se achavam envoltos pelo micélio do fungo.

Insetos sexuais entre as formigas corcundas são muito mais raros do que entre as formigas peludas. Assim, por exemplo, em 32 formigueiros examinados de maio a setembro de 1892, encontrei 15 com uma fêmea sem asas e, em um caso, duas fêmeas com asas. No dia 3 de agôsto foram encontrados, num formigueiro, uma fêmea e três machos com asas. Mais frequentemente do que entre as formigas peludas, há ninhos com operárias apenas. No entanto, pode-se afirmar que há ninhos de formigas corcundas em que, durante o ano todo, se encontram insetos sexuais, pelo menos uma fêmea.

Explicação das figuras

Estampa V

Fig. 1-6 Cortes longitudinais de corpos de frutificação, em varios estados de desenvolvimento, de *Rozites gongylophora*, a Agaricacea cultivada pelas espécies de *Acromyrmex*. (Figs. 1-5, tam. nat. Fig. 6, um pouco reduzida)

Fig. 7. Basidias do fungo, sem esporidias, com esporidias novas e com um basidiosporo maduro ainda preso ao esterigma (Aum. 1:500).

Fig. 8. Tres basidiosporos de *Rozites gongylophora* em germinação. (Aum. 1:500)

Fig. 9. Conidias da forma "forte",produzidas em cultura, sem formigas de especies de *Acromyrmex* (Aum. 1:220)

Fig. 10. Pedaço de micelio trazendo conidias fortes ainda jovens. (Aum. 1:300)

Fig. 11. Conidias fracas e fios de perola provenientes de culturas sem formigas do ninho de *Acromyrmex* spp. (Aum. 1:220)

Fig. 12. Cordões rizomorfos do fungo. (Aum. 1:220)

Estampa VI

Fig. 13. Demonstração da relação entre as intumescencias dos rizomorfos e a forma forte de conidias. Em *x* células do micélio vazias e mortas. (Aum. 1:220)

Fig. 14. Prova da relação entre os fios de perola e a forma forte de conidias. (Aum. 1:220)

Fig. 14a Parte da figura anterior muito aumentada mostrando celulas de ligação já mortas e vazias.

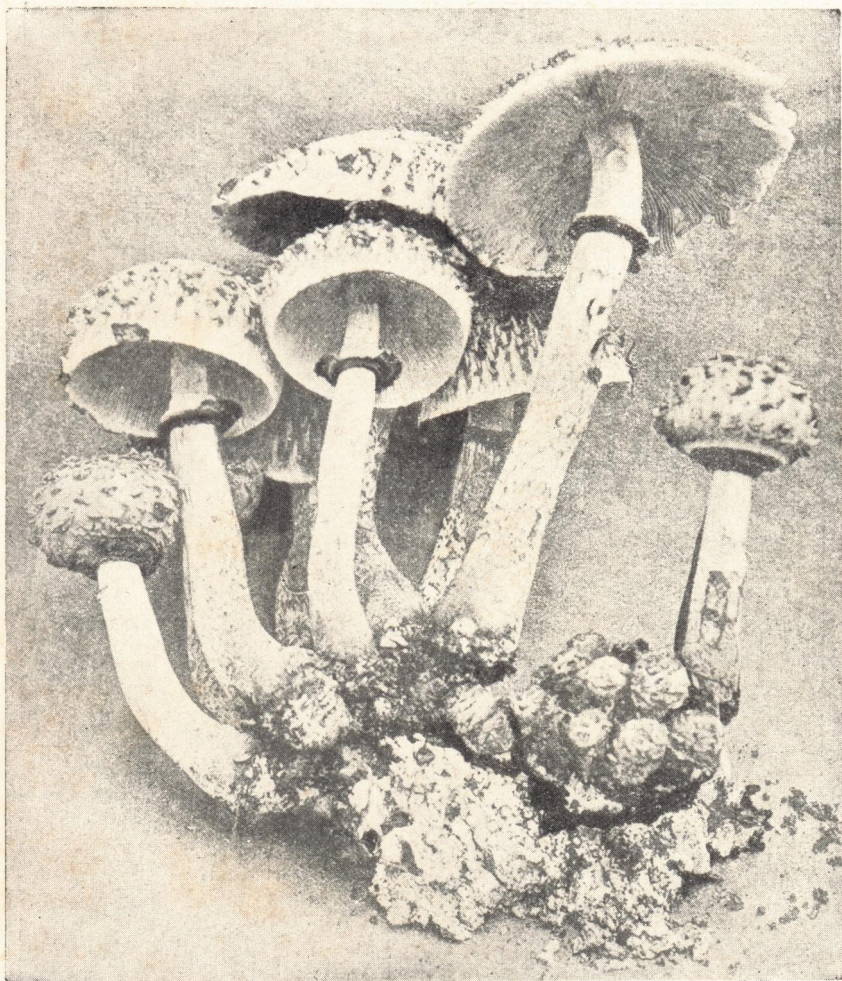
Fig. 15. Fragmento de micélio, trazendo conidias "fortes", que excepcionalmente deu origem a "fio de pérola" que, por sua vez, se transformou em cordão rizomorfo O fragmento ocupava o centro de micélio bem desenvolvido, desprovido de "fio de pérola" ou intumescências rizomorfas. Só trazia a forma "forte" de conidias (Aum. 1:220)

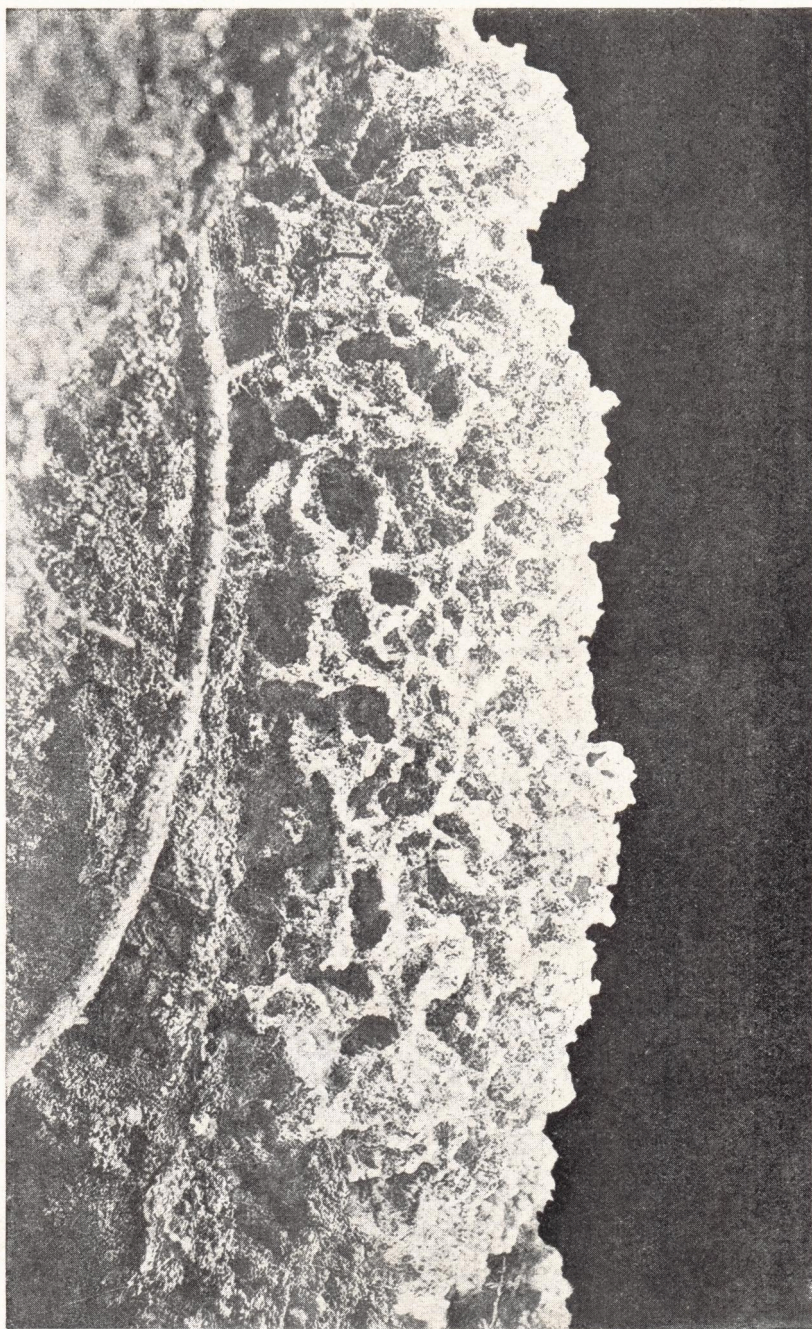
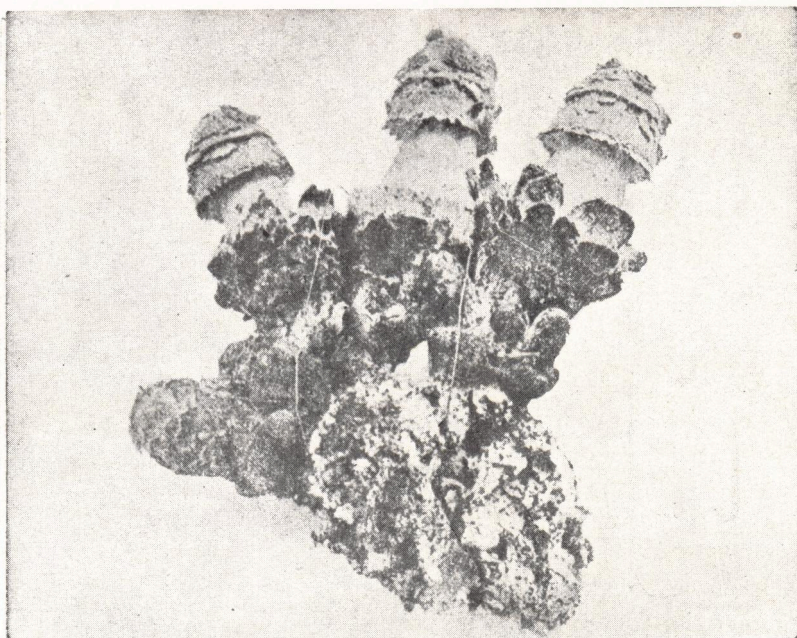
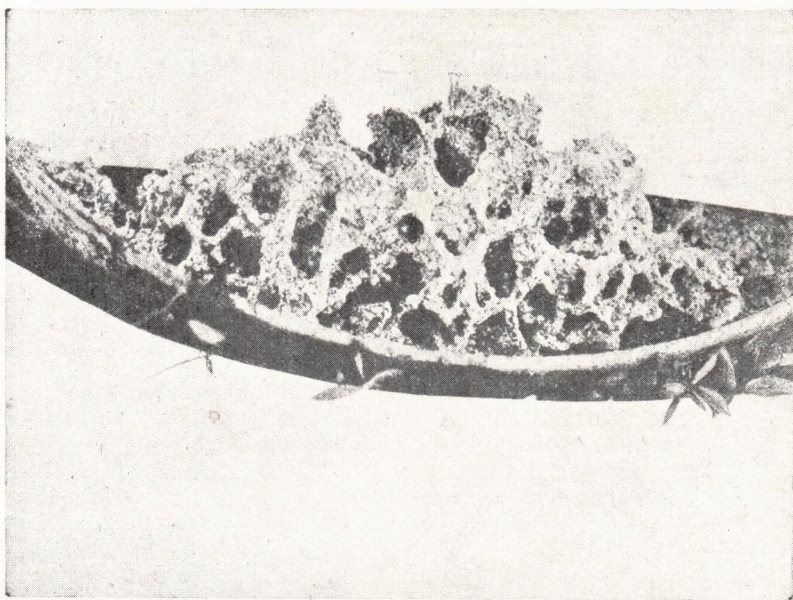
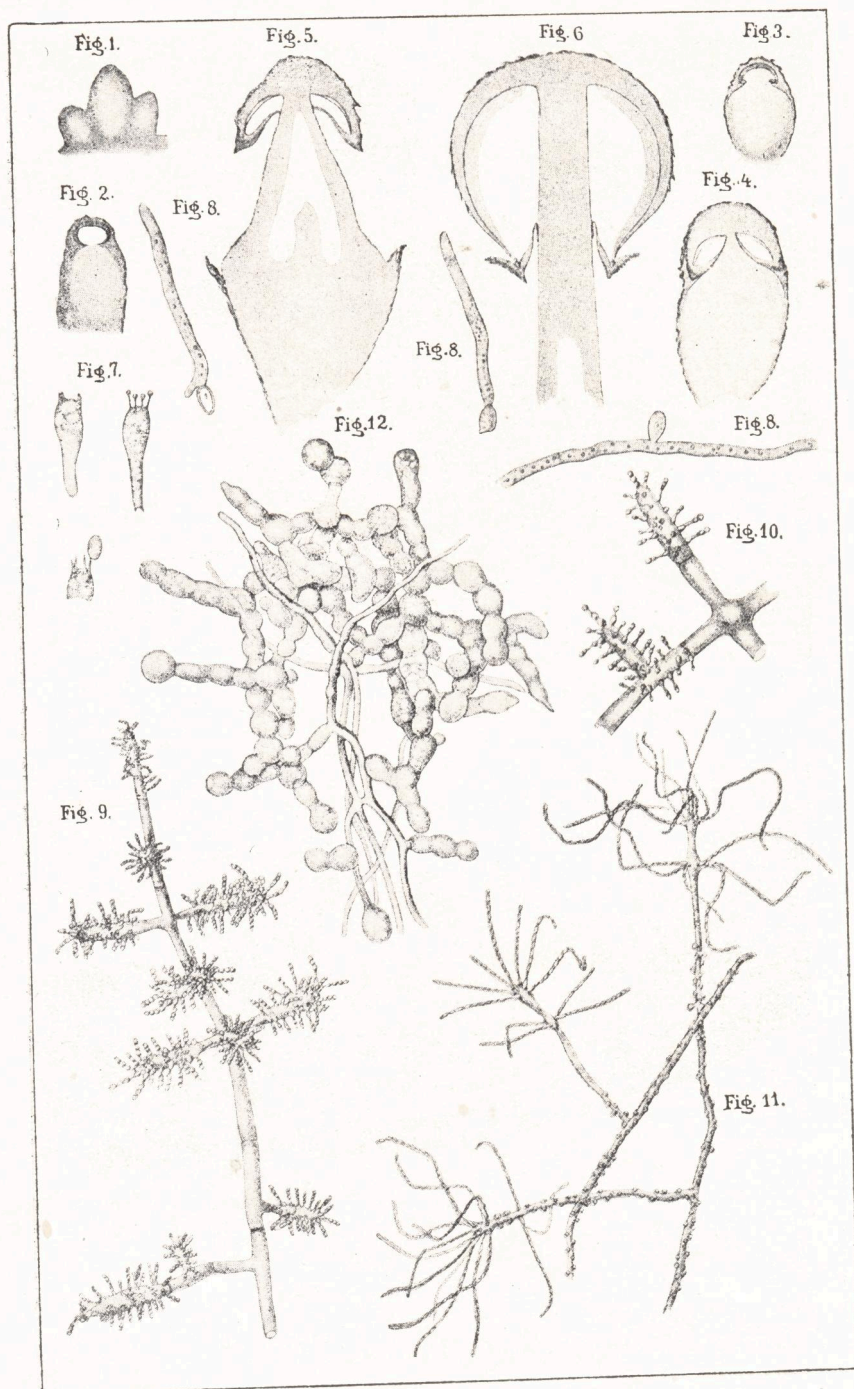
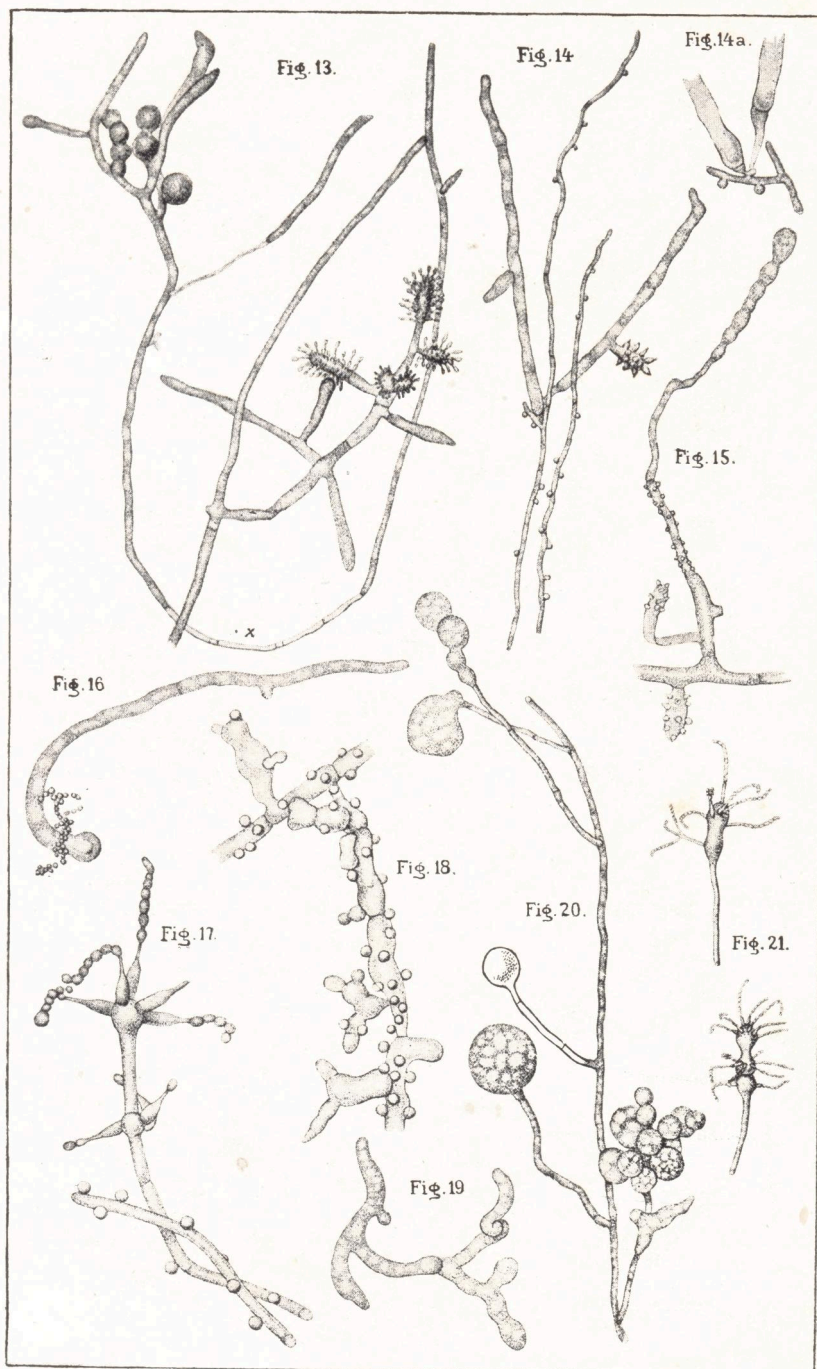
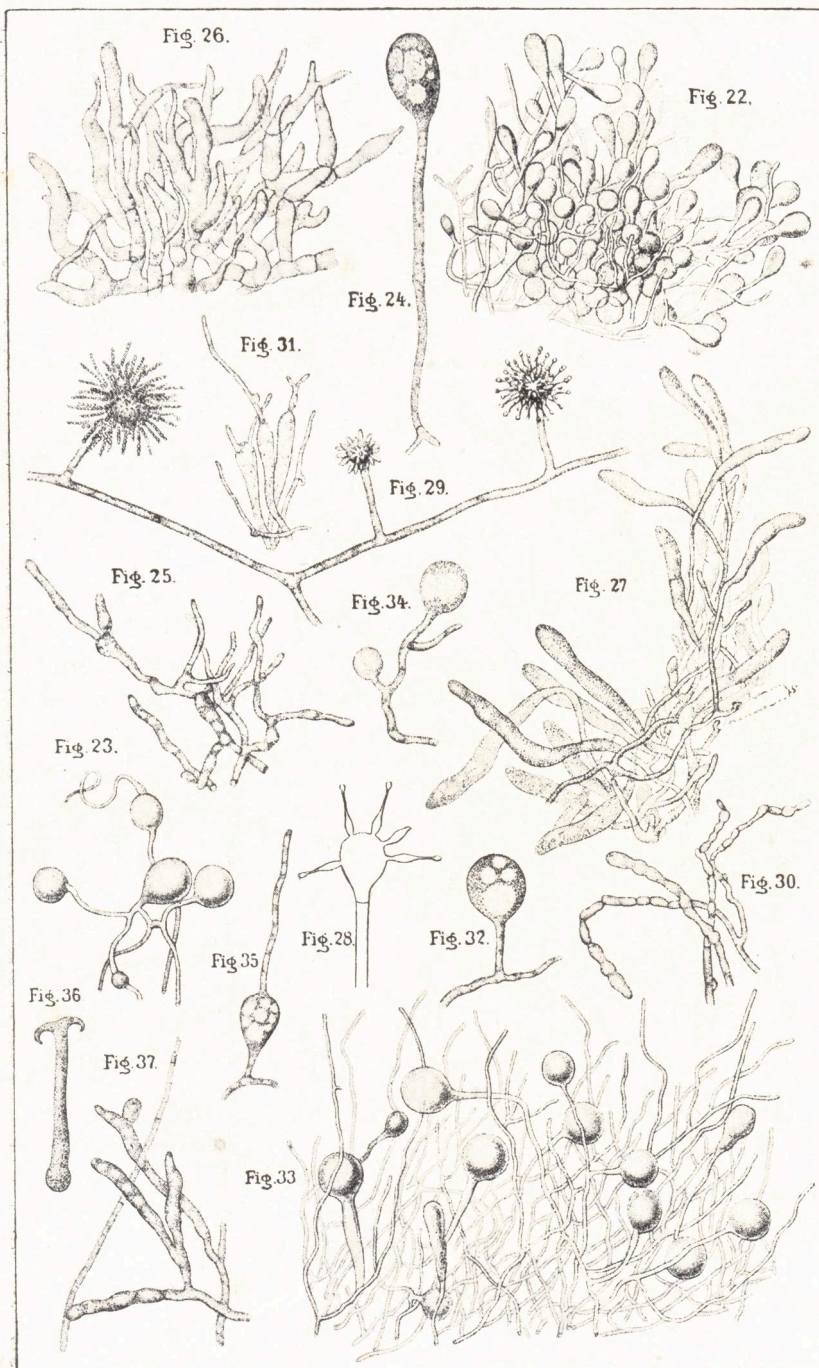
Fig. 16. Germinação de uma conidia "forte", ao lado de conidias "fortes, não germinadas.

Fig. 17. Conidióforos da forma "fraca" de conidias, partindo de um "fio de perola" e exibindo conidias irregulares, algumas intumescidas prontas para germinar. (1:500.)

Fig. 18. As perolas nascem, imediatamente, sôbre as intumescências dos rizomorfos. (Aum. 1:500)
Fig. 19. Germinação de uma conidia da forma "fraca" (Aum. 1:500)
Fig. 20. Dilatações esféricas, irregulares, que se obtêm, à maturidade, no micélio de cultura conseguida a partir de conídia "forte" no interior de solução nutritiva adequada. (Aum. 1:220).
Fig. 21. Dois conidióforos excepcionais, da forma "fraca" de conídias. (Aum 1:200).

Estampa VII

Fig. 22. Couves-rábanos do fungo das formigas carregadeiras. Algumas se acham mergulhadas na água, outras no ar. (Aum 1:150).
Fig. 23. Couves-rábanos da mesma procedência. Só excepcionalmente as couves-rábanos são intercalares. (Aum 1:220).
Fig. 24. Uma couve-rábano do fungo das formigas carregadeiras vista quando ainda mergulhada na água. (Aum. 1:500).
Fig. 25. Algumas hifas irregularmente dilatadas que compõem os adensados de micélio das couves-rábanos do fungo de *Cyphomyrme auritus*. (Aum. 1:270)
Fig. 26. Couves-rábanos do fungo de *Cyphomyrmex strigatus;* mergulhadas em água e recobertas por uma laminula. (Aum. 1:270)
Fig. 27. Couves-rabanos do fungo de *Apterostigma Wasmanni*; mergulhadas em agua e recobertas por uma laminula. (Aum. 1:270)
Fig. 28. Corte longitudinal de uma cabeça de conidióforo não maduro do fungo das formigas peludas. (Aum. 1:270)
Fig. 29. A forma conidiana do fungo das formigas peludas. À esquerda. uma cabeça madura. (Aum. 1:270)
Fig. 30. Dilatações irregulares produzidas nas extremidades das hifas aéreas do fungo das formigas peludas em cultura em solução nu, tritiva (Aum. 1:500
Fig. 31. Couves-rábanos do fungo das formigas peludas germinam por meio de hifas, quando postas em solução nutritiva. (Aum. 1:150)
Fig. 32 Uma conve-rábano retirada da cultura representada na figura 33; mergulhada na agua. (Aum. 1:220)
Fig. 33. Parte exterior de cultura do fungo da formiga carregadeira, em solução nutritiva, dando inicio á formação das couves-rabanos. (Aum. 1:220)
Fig. 34. Couves-rábanos do fungo das formigas carregadeiras em solução nutritiva. O protoplasma das dilatações passa às hifas, por ocasião do crescimento destas (Aum. 1:220)
Fig. 35. Uma couve-rábano do fungo das formigas carregadeiras germina excepcionalmente, produzindo uma hifa, em solução nutritiva. (Aum. 1:220)
Fig. 36. Um cabelo de larva de formiga carregadeira (Aum. 1:150)
Fig. 37. Dilatações semelhantes a couve-rábano, produzidas no micélio do fungo das formigas peludas, a partir do plantio de conidias em solução nutritiva. (Aum. 1:220)

Rozites gongylophora, uma planta cultivada pelas formigas cortadeiras
(5/9 do tamanho natural)

Ninho exposto de *Acromyrmex disciger* Mayr
(1/7 do tamanho natural)

Horta de fungo de *Acromyrmex disciger* Mayr (tamanho natural)

a) *Rozites gongylophora* pilcos ao se expandir. (6/10 do tamanho natural

b) Horta de fungo, construida por formigas em captiveiro no espaço de tres dias.
(tamanho natural)

Explicação das figuras à página 121.

Explicação das figuras à pagina 121.

Explicação das figuras à página 122.

REVISTA DE ENTOMOLOGIA

Diretor: Thomaz Borgmeier, O. F. M.

Convento S. Antonio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brasil

A Revista de Entomologia é internacional e quadrimentral, e se destina à publicação de trabalhos originais sobre insetos em geral, principalmente da fauna neotropical.

Na secção de Bibliografia são registrados, além de trabalhos de interesse geral, todos os trabalhos publicados sobre a fauna neotropical, desde 1930.

Os autores recebem 60 separados dos seus trabalhos gratuitamente. Os originais devem ser escritos a machina, com espaço duplo. As ilustrações ficam sujeitas ao criterio do editor, preferindo-se desenhos a traço.

Assinatura annual no Brasil: 50$000 rs.: nas Livrarias 70$000 rs.

The Revista de Entomologia is international. being published three times a year, and will be devoted to insects in general, mainly of the neotropical fauna.

The section of Bibliography gives brief abstracts of all papers published about the neotropical fauna and issued since 1930.

Authors receive 60 copies of their papers free. Manuscripts must be typewritten and double-spaced. Illustrations are published at the editor's discretion, preference being given to line-drawings.

Price of subscription for the year 1941

4 U. S. dollars. At bookseller's, 5 U. S. dollars. Discount to booksellers and publishers: 20%.

All orders for subscription and payment should be addressed to: Revista de Entomologia, Convento S. Antonio, Largo da Carioca, Rio de Janeiro, Brazil. — All payments in U. S. A. can be made to H. W. St. John & Company, 18, Pearl Street, New York City.

Vols 1-11 (1931-1940) are still on sale. Price of each volume 4 U. S. doll. At bookseller's 5. U. S. doll.